

**Die operative Therapie der Skoliose an der
Orthopädischen Klinik der Universität München
in den Jahren 1981 – 1985**

Disbui. München
1988

**Herbert Christian Maurus
1988**



Aus der Orthopädischen Klinik der Universität München
Vorstand: Prof. Dr. med. H.-J. Refior

Die operative Therapie der Skoliose
an der Orthopädischen Klinik der Universität München
in den Jahren 1981 - 1985

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Herbert Christian Maurus
aus
Obergünzburg
1988

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatte: Prof. Dr.med. Dr.med.habil. K.A. Matzen

Mitberichterstatte: Prof. Dr.med. H.-J. Refior

Mitbetreuung durch den
promovierten Mitarbeiter: Dr.med. S. Breitner

Dekan: Prof. Dr.med. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 21.07.1988

Inhaltsverzeichnis

Seite

I. Einleitung

1. Geschichte der operativen Skoliosebehandlung
2. Häufigkeit der Skoliose
3. Ätiologie der Skoliose
4. Prognose der Skoliose
5. Indikation zur Operation

II. Die operative Therapie der Skoliose an der Orthopädischen Klinik der Universität München

- Auswertung der Untersuchungsergebnisse

1. Ziele der Untersuchung
2. Patientengut - Gesamtbetrachtung aller 84 Patienten
 - a) Alter
 - b) Geschlecht
 - c) Schweregradunterteilung und Ausgangswinkel
von Haupt- und Nebenkrümmung
 - d) Krümmungsrichtung und Wertung der Krümmung
 - e) Ätiologie der Skoliosen
3. Ätiologie der Skoliosen und jährliche Operationsfrequenz
4. Jährliche Operationsfrequenz und angewendete
Operationstechniken
5. Eingesetztes Instrumentarium
6. Ergebnisse der Operation nach Harrington (1981-1983/I)
und der Kombination Harrington-Luque (1983/II-1985)
 - a) Operationsmethoden
 - b) Alter der Patienten
 - c) Ausgangswinkel
 - d) Präoperative Korrektur
 - e) Intraoperative Korrektur

f) Gesamtkorrektur	
- in den einzelnen Operationsjahren	38
- in Abhängigkeit vom Patientenalter	41
- in Abhängigkeit vom Ausgangswinkel	42
g) Postoperativer Winkel	45
h) Korrekturverlust	
- der Hauptkrümmung	47
- der Nebenkrümmung	49
i) Ergebnisübersicht	52
7. Ergebnisse der Operation nach Harrington (1982 und 1983/I)	56
und der Kombination Harrington-Luque (1983/II und 1984)	
mit jeweils zusätzlicher Ventraler Derotations-Spondylodese	
a) Operationsmethode	57
b) Alter der Patienten	58
c) Ausgangswinkel	58
d) Ergebnisse der Operationen mit dorsalem Zugang	59
e) Ergebnisse der Ventralen Derotations-Spondylodese	63
8. Ergebnisse der Operation nach Luque	
a) Operationsmethode	67
b) Indikationsstellung	67
c) Ergebnisübersicht	69
d) Komplikationen	70
e) Literaturübersicht	70
9. Komplikationen im Gesamtkollektiv	72
III. Vergleich der Operation nach Harrington mit der	
Kombination Harrington-Luque	
1. Operationsmethoden	76
2. Patientengut	76
3. Operationsergebnisse	76
4. Komplikationen	80

IV.	Vergleich von Studien über Ergebnisse der Operation nach Harrington: MATZEN 1976-1980 und MATZEN 1981-1983/I	
	1. Patientengut	8
	2. Operationsergebnisse	8
	3. Komplikationen	8
	4. Literaturübersicht	8
V.	Vergleich von Studien über Ergebnisse der Kombination Harrington-Luque: GRISS, JANI (1984) und MATZEN 1983/II-1985	
	1. Operationsmethoden	8
	2. Patientengut	8
	3. Operationsergebnisse	8
	4. Komplikationen	8
	5. Literaturübersicht	8
VI.	Diskussion	8
VII.	Zusammenfassung	10
VIII.	Literaturverzeichnis	10

I. Einleitung .

1. Geschichte der operativen Skoliosebehandlung

Das Zeitalter der operativen Behandlung der Skoliose wurde im Jahr 1839 mit dem Versuch von Guérin eingeleitet, mittels seiner "myotomie rachidienne" die seitliche Verkrümmung der Wirbelsäule, die, wie er glaubte, die Folge einer Muskelretraktion war, zu korrigieren (nach VALENTIN, 1961). Später wurden von HADRA (1891) und CHIPAULT (1896) Versuche unternommen, die Wirbelsäule mit Metall zu schienen. Fünfzehn Jahre nach diesen Versuchen veröffentlichte HIBBS (1911) in New York ein Verfahren zur Wirbelsäulen-Fusion mit gestielten Knochenspänen aus den Wirbelbögen.

Die ersten Skolioseoperationen mit einer kombinierten Osteosynthese unter Verwendung eines Knochenspans und zweier Küntscher-Nägel, die mit Drahtschlingen an den Dornfortsätzen befestigt wurden, führte in den Jahren 1946/47 Max Lange durch (LANGE, 1956). Risser ergänzte 1948 das Verfahren der Wirbelsäulen-Fusion mit einer systematischen Versteifung der Intervertebralgelenke (RISSER, 1948).

1949 begann P.R. Harrington in Houston mit der Entwicklung des nach ihm benannten implantierbaren Instrumentariums, das sowohl eine Korrektur der Skoliose als auch eine zufriedenstellende Erhaltung der erreichten Korrektur ermöglichen sollte. In den nächsten 11 Jahren erfolgten 47 Änderungen an dem aus Distraktionsstab und Kompressionszug bestehenden Instrumentarium. 1962 berichtete Harrington über erste Ergebnisse mit der ihm nun ausgereift erscheinenden Methode (HARRINGTON, 1962), an der sich - abgesehen von Modifikationen im intraoperativen Vorgehen und in der postoperativen Behandlung (DICKSON und HARRINGTON, 1973) - in den nächsten zehn Jahren keine Änderungen mehr ergeben sollten.

Im gleichen Jahr (1962) experimentierte Resina in Portugal mit einem federnden Metallstab, der konkavseitig mit segmentalen Drahtschlingen an den Dorn- bzw. Querfortsätzen befestigt wurde (RESINA und FERREIRA-ALVES, 1977). Zwei Jahre zuvor schon hatten P.F. MATZEN und SCHOLLBACH (1960) an einem Verfahren gearbeitet, bei dem Tibiaspäne segmental mit Drahtschlaufen befestigt wurden.

1969 stellte Dwyer ein Operationsverfahren vor, bei dem im Gegensatz zu den bislang genannten Techniken der Zugang zur Wirbelsäule von ventral erfolgte (DWYER, 1969).

CONNOCK und ARMSTRONG (1971) entwickelten zwei Jahre später eine Methode, mit der sich zusätzlich korrigierende transversale Kräfte zwischen Harrington-Stab und Wirbelsäule am Scheitelpunkt der Krümmung ausüben ließen. Im gleichen Jahr veröffentlichte Morscher ein Verfahren, das nach einem ähnlichen Prinzip arbeitete: Er befestigte den Harrington-Stab mit Drahtschlingen am Querfortsatz der konvexen Seite (MORSCHER, 1971). Wiederum zwei Jahre später trug Cotrel mit seinem von ihm entwickelten Querzug als Verbindung zwischen Kompressionsinstrumentarium und Harrington-Stab dazu bei, die Korrektur der Skoliose effizienter werden zu lassen (COTREL, 1973).

Im Jahr 1973 begann der Mexikaner E.R. Luque mit der Suche nach einem Verfahren das es möglich machen sollte, auf eine postoperative Nachbehandlung des Patienten im Gipskorsett, die er aufgrund der wirtschaftlichen und sozialen Situation seiner Patienten als nicht durchführbar ansah, zu verzichten. Er ergänzte den Harrington-Stab mit segmentalen, sublaminär durchgezogenen Drahtschlingen, mit denen der Stab zusätzlich an der Wirbelsäule fixiert wurde und mit denen er zusätzliche transversale Korrekturkräfte ausübte. Auf diese Weise war der Stab zwar stärker fixiert, jedoch nicht stark genug, um postoperativ auf einen Gips verzichten zu können und trotzdem keine höhere Komplikationsrate zu erhalten. Zudem hielt Luque die Distraction generell für zu gefährlich.

Daraufhin entwickelte er mit mehreren Modifikationen eine Technik, bei der zwei paraspinal angepaßte Metallstäbe mit segmental um die Wirbelbögen gezogenen Drähten befestigt wurden. Das Verfahren konnte mit oder ohne zusätzliche Arthro-dese durchgeführt werden. Eine postoperative Ruhigstellung war aufgrund der hohen Stabilität des Systems nicht mehr erforderlich (LUQUE, 1982).

Im gleichen Zeitraum entwickelte ZIELKE (1976) auf der Basis des von Dwyer genannten Operationsverfahrens mit vorderem Zugang die "Ventrale Derotations-Spondylodese".

WENGER et al. (1982) bewiesen im Jahr 1982 experimentell die gleichwertige, in Bezug auf axiale Belastung sogar höhere Stabilität des Systems "Harrington-Stab mit segmentalen Luque-Drähten" im Vergleich zur Original Luque-Methode (2 Luque-Stäbe mit Drähten, keine Distraction).

Veröffentlichungen verschiedener Autoren (ALLEN und FERGUSON, 1982, GRISS und JANI, 1984, HERRING und WENGER, 1982, POUS et al., 1983, REFIOUR und STÜRZ, 1986, THOMPSON et al., 1985) zeigen, daß sich je nach Indikation sowohl die Originalmethode nach Luque als auch die Kombination Harrington-Distraktionsstab mit segmentalen Luque-Drähten zu Standardverfahren mit dorsalem Zugang bei der operativen Therapie der Skoliose entwickelt haben.

2. Häufigkeit der Skoliose

Die Häufigkeit der Skoliose in der Normalbevölkerung liegt nach Angaben von BEALS (1973) zwischen 2 und 4 Prozent, wobei jedoch die Ergebnisse der Studien verschiedener Autoren einen breiten Schwankungsbereich - auch in Abhängigkeit von der geographischen Lage - aufweisen.



So stellte BROOKS (1975) in Los Angeles bei 12- bis 14-jährigen Kindern eine Skoliose rate von 13,6 Prozent fest, während SEGIL (1974) in Johannesburg bei afrikanischen Kindern einen Skoliosewinkel größer als 10 Grad in 0,03 Prozent der Fälle registrierte. ROGALA et al. (1978) fanden in Montreal bei einem Schoolscreening (26947 Schülerinnen und Schüler zwischen 13 und 14 Jahren) eine Skoliosehäufigkeit mit radiologisch dokumentierten Krümmungen größer als 5 Grad von 4,5 Prozent. In dieser Studie betrug das Geschlechtsverhältnis männlich zu weiblich bei den idiopathischen Skoliosen bis 10 Grad 1:1,4, bei den Krümmungen größer als 20 Grad jedoch 1:5,4 - zeigte also eine erhöhte Neigung zur Progredienz bei Mädchen.

O'BRIEN (1979) stellte bei 3,3 Prozent seiner untersuchten Schulkinder eine Krümmung von 5 Grad und mehr fest, während COTTA (1984) eine Skoliosehäufigkeit von 1 Prozent angibt.

Nach BAUER (1979) beträgt die Häufigkeit von Skoliosen, welche einer Behandlung bedürfen, lediglich 0,2 bis 0,4 Prozent, nach MAU (1982) 0,5 Prozent.

Einer operativen Therapie werden schließlich zwischen 5 und 10 Prozent der behandlungsbedürftigen Skoliosen zugeführt (COBB, 1958, JAMES, 1951, WAUGH, 1966).

3. Ätiologie der Skoliose

Nach COTTA (1984) beruht die Skoliose auf primären oder sekundären asymmetrischen Formveränderungen der die Wirbelsäule bildenden Teile (Knochen, Zwischenwirbelscheiben, Intervertebralgelenke). Die Skoliose ist also weder ihrer Ursache noch ihrer Form nach als einheitlich zu betrachten.

SCHEIER (1967) nahm eine Einteilung in folgende Gruppen vor:

- osteochondropathische Skoliosen

- (bei Osteogenesis imperfecta, kongenitalen Missbildungs-Skoliosen u.a.)

- neuropathische Skoliosen
(bei Poliomyelitis, Cerebralparese u.a.)
- myopathische Skoliosen
(bei Muskeldystrophie und -hypoplasie u.a.)
- fibropathische Skoliosen
(bei Marfan-Syndrom, Homocystinurie u.a.)
- idiopathische Skoliosen

Der Gruppe der "idiopathischen" Skoliosen - den Skoliosen also, die in keinen Zusammenhang mit einer denkbaren Ursache gebracht werden können - sind, je nach Autor, zwischen 70 und 90 Prozent der Skoliosen zuzuordnen. Sie sind deshalb Gegenstand umfangreicher Forschungsarbeiten mit unterschiedlichsten Ansätzen: Untersuchungen über endokrine Steuerungsmechanismen des Wachstums bei Patienten mit idiopathischer Skoliose erbrachten verschiedene Einzelbefunde, ohne daß jedoch bis jetzt ein Zusammenhang hergestellt werden konnte. So stellten GREULICH und PYLE (1958) eine Retardierung des Skelettalters von bis zu 3,5 Jahren fest. Nach PONSETI (1976) sind Patientinnen mit idiopathischer Skoliose auch vergleichsweise größer als die altersentsprechende Normalpopulation. EDELMANN und GUPTA (1974) entdeckten erhöhte Testosteron- und Dehydroepiandrosteron-Werte bei Skoliosepatienten; als ebenfalls erhöht erwiesen sich das Somatomedin-A im Serum sowie die 17-Oxosteroide im Urin (WILLNER und JOHNELL, 1981).

Stoffwechseluntersuchungen von STEARNS et al. (1955) ergaben erhöhten Eiweißabbau und vermehrte Stickstoffausscheidung im Urin. PONSETI et al. (1972) zeigten u.a., daß die Mukopolysaccharid-Profile des Nucleus pulposus der Bandscheibe mit der Stärke der Skoliose korrelierten, während GHOSH et al. (1980) feststellten, daß im konkavseitigen Teil des Nucleus pulposus auf der Höhe des Scheitelwirbels der Chondroitin-6-Schwefelgehalt erhöht, dagegen aber auf der konvexen Seite erniedrigt ist. NACHEMSON (1981) sieht diese Bandscheibenveränderungen jedoch als nicht Skoliose-spezifisch an. MILACHOWSKI und MATZEN (1984) konnten bei einer

Untersuchung des Mineral- und Spurenelementgehalts von Scheitelwirbel, einem anderen Krümmungswirbel und dem Beckenkamm sowohl untereinander als auch im Vergleich zum Normalkollektiv keinen signifikanten Unterschied des Gehalts an Kalzium, Magnesium, Eisen, Kupfer, Mangan und Zink feststellen und schließen deshalb eine generalisierte Störung des Mineral- und Spurenelementstoffwechsels im Knochengewebe bei idiopathischen Skoliosen als Ursache weitgehend aus.

Eine mechanische Minderwertigkeit der Kollagenstrukturen hält MAU (1982) für fraglich.

In neurophysiologischen Untersuchungen als weiteren Ansatzpunkt zur Erforschung der idiopathischen Skoliose bemerkte ZUK (1965) bei 46 Prozent seiner Patienten periphere Innervationsstörungen der Rücken- und Bauchmuskulatur, während TRONTELJ et al. (1979) als Ort der Primärschädigung eine neurogene segmentale Störung der tiefen paraspinalen Muskeln über der Konvexität der Krümmung vermuten. Japanische Wissenschaftler stellten bei 79 Prozent ihres untersuchten Kollektivs Gleichgewichtsstörungen im propriozeptiven und optischen Reflexsystem fest, die zumeist auf Übertragungsstörungen von den Propriozeptoren des Körpers auf das Gleichgewichtszentrum im Hirnstamm beruhten (YAMADA et al., 1971).

Auf der Suche nach erbbiologischen Ursachen für die Skoliose entdeckte FABER (1936) an der Leipziger Orthopädischen Klinik bei 660 untersuchten Familien eine familiäre Häufung in 26,4 Prozent der Fälle von Skoliose. BRADFORD (1977) konnte in einer Studie bei 63 Patienten mit idiopathischer Skoliose feststellen, daß das HLA-A 21 vermehrt nachgewiesen werden konnte. WYNNE-DAVIES (1976) gibt an, daß (leichte) Rückgratverkrümmungen im genetischen Umfeld von Skoliotikern gehäuft auftreten, auch wenn letztlich eine multifaktorielle Vererbung anzunehmen sei. Seinen Studien zufolge beträgt das Risiko des Auftretens einer Skoliose für Kinder von Eltern, die beide an einer idiopathischen Skoliose erkrankt sind, 80 Prozent.

4. Prognose der Skoliose

Bei der Frage nach der weiteren Entwicklung einer diagnostizierten Skoliose ist u.a. die Ursache der Krümmung von Bedeutung: Kongenitale Missbildungs-Skoliosen zeigen nach BAUER (1979) insbesondere bei Krümmungen mit einem einseitigen unvollständigen Blockwirbel oder Halbwirbel die Tendenz zu schwerer Progression bis zu 140 Grad Cobb. Auch die thorakalen und hochthorakalen Skoliosen nach Poliomyelitis haben JAMES (1956) zufolge eine sehr schlechte Prognose. Ebenfalls schwere Skoliosen von bis zu 130 Grad, im Durchschnitt jedoch 82 Grad wurden von WILKINS und GIBSON (1976) bei Patienten mit Muskeldystrophie festgestellt. Die relativ früh und in 40 bis 60 Prozent (BAUER, 1979) der Fälle auftretende Skoliose beim Marfan-Syndrom neigt nach ROBINS (1975) zu einer starken Progression und führt ebenso wie die bisher genannten Skoliosen mit bekannter Ätiologie zu schwersten Verkrümmungen.

Bei der idiopathischen Skoliose schließlich hängt die Prognose sowohl von der Lokalisation als auch vom Alter des Patienten bei Beginn der skoliotischen Krümmung ab: Thorakale Formen entwickeln nach JAMES (1971) in mehr als 25 Prozent der Fälle eine Krümmung von über 100 Grad, bei 33 Prozent entwickeln sich 70 bis 100 Grad. Dagegen endet die lumbale Krümmung bei 90 Prozent der Patienten mit weniger als 70 Grad.

Säuglingsskoliosen bis zum Ende des 1. Lebensjahres bilden sich in 80 bis 90 Prozent der Fälle zurück, während die zwischen dem 1. und 3. Lebensjahr auftretenden infantilen Skoliosen eine besonders ungünstige Prognose haben und meistens mehr als 100 Grad erreichen. In der zahlenmäßig größten Gruppe der juvenilen Skoliosen (4. Lebensjahr bis zur Pubertät) ist die Prognose um so besser, je später die Skoliose auftritt (nach STAGNARA, 1973). Der Krümmungswinkel kann sich in der Vorpubertät aber auch um bis zu 1 Grad pro Monat verschlechtern (RISSER, 1964).

Bei den Patienten, bei denen die Skoliose zwischen der Pubertät und der Skelettreifung auftritt (Adoleszenten-Skoliosen), erreicht sie in der Regel nicht mehr als 50 Grad. Die Progression im Erwachsenenalter, also nach vollständigem Verschluß der Darmbeinkammappophysen, wird von PEYER (1974) bei thorakalen Krümmungen mit 0,65 Grad, bei lumbalen Krümmungen mit 0,5 Grad pro Jahr angegeben.

5. Indikation zur Operation

Die Indikation zur operativen Therapie der Skoliose ist nach BAUER (1984) ab einem Krümmungswinkel von 50 Grad Cobb gegeben. Auch FAUCHET (1968), MATZEN (1986) und MEZNIK (1971) geben diesen Winkel als - keineswegs starre - Grenze an, ab der die operative Versorgung der Skoliose in Betracht gezogen werden sollte. HARRINGTON (1962) gibt als Richtwert den von ihm eingeführten "Harrington-Faktor" an: Er wird errechnet, indem der Krümmungswinkel in Grad Cobb durch die Anzahl der betroffenen Wirbel dividiert wird. Demzufolge ist die Wirbelfusion bei einem Faktor von 5 oder größer indiziert.

Bei der Wahl des Operationszeitpunktes ist darüber hinaus nach SCHEIER (1967) auch zu berücksichtigen, daß die schwerste Zunahme der Krümmung in der Zeit der Vorpubertät erfolgt und die Operation deshalb kurz vor Beginn dieses Wachstumsschubes durchgeführt werden sollte. MEZNIK (1971) verdeutlicht, daß die Indikation zur Operation stets individuell gestellt werden muß, da verschiedenste Faktoren wie etwa Patientenalter, Skelettalter, psychologische Probleme u.a. zu berücksichtigen sind. Schwere Rückenschmerzen stellen nach ZIELKE und PELLIN (1975) nur selten die alleinige Indikation für eine Operation dar, und auch NACHEMSON (1969) gibt an, daß die Schmerzhäufigkeit bei Skoliosepatienten nicht größer ist als in der Normalpopulation.

FAUCHET (1968) hält bei jüngeren Frauen, die an schweren Deformitäten leiden, auch eine "ästhetische" Indikation für gerechtfertigt.

Ihre Begründung erhält die operative Versorgung der Skoliose nach BAUER (1979) durch die Verhinderung der noch zu erwartenden Progression, die Verhinderung weiterer skoliosebedingter kardiopulmonaler Probleme, die Korrektur eines kosmetischen Defektes und die damit verbundene psychische Stabilisierung der Patienten - bei denen es sich überwiegend um heranwachsende Mädchen handelt - durch Beseitigung eines Körperfehlers. Eine Studie von NILSONNE und LUNDGREN (1968) zeigt zudem, daß bei Patienten mit Krümmungen von über 80 Grad die Mortalität um ein 3-faches gegenüber der Normalbevölkerung erhöht ist.

II. Die operative Therapie der Skoliose an der Orthopädischen Klinik der Universität München - Auswertung der Untersuchungsergebnisse

1. Ziele der Untersuchung

Das vorliegende Datenmaterial von 84 Patienten, bei denen fünf unterschiedliche Operationstechniken zum Einsatz kamen, wurde nach folgenden Gesichtspunkten gesammelt und ausgewertet:

- a) Es sollte eine Aussage über das Alter zum Zeitpunkt der Operation, das Geschlecht, den präoperativen Krümmungswinkel und die Ätiologie der Skoliosen gemacht werden.
- b) Die Verteilung des Patientengutes über den betrachteten Zeitraum, die jeweils verwendeten Operationstechniken und das eingesetzte Instrumentarium sollten zur Darstellung gebracht werden.
- c) Die Ergebnisse der Operation, repräsentiert durch den Korrekturgewinn und den postoperativen Korrekturverlust der Krümmungswinkel sollten sowohl für jedes Jahr des betrachteten Zeitraumes als auch für jedes eingesetzte Operationsverfahren getrennt ermittelt werden.
Der Schwerpunkt der Untersuchung sollte dabei auf den überwiegend (85%) angewendeten Operationsverfahren mit dorsalem Zugang (Harrington, Harrington-Luque) liegen.
- d) Durch die Zusammenfassung der Ergebnisse der einzelnen Operationsjahre zu Kollektiven mit der jeweils gleichen Operationstechnik sollte ein Vergleich der ab der Mitte des Jahres 1983 neu eingeführten Technik (Harrington-Stab mit Luque-Drähten) mit dem zuvor verwendeten Verfahren (Operation nach Harrington) ermöglicht werden.

2. Patientengut - Gesamtbetrachtung aller 84 Patienten

Die Struktur des untersuchten Patientengutes kann wie folgt charakterisiert werden:

a) Alter

Der jüngste Patient war 4, der älteste 47 Jahre alt. Die genaue Altersverteilung kann Abbildung 1 entnommen werden. Wie aus diesem Histogramm hervorgeht, handelt es sich bei der Altersverteilung des Patientengutes nicht um eine Normal-, sondern um eine linkssteile Verteilung. Die Bestimmung eines arithmetischen Mittels würde also der vorliegenden Verteilung nicht Rechnung tragen und wurde deshalb sowohl hier als auch bei der späteren Berechnung von Mittelwerten zugunsten der Bestimmung des Medians aufgegeben. Nach SACHS (1984) bietet der Median bei solchen Verteilungen ein zutreffenderes Bild, ist zudem unempfindlich gegenüber Ausreißern und auch bei kleinen Kollektiven angebracht.

Die Bestimmung des Medians als Schwerpunktmaß erfolgt mathematisch nach der Gleichung

$$\tilde{x} = \tilde{U} + b \left(\frac{n/2 - (\sum f)_{\tilde{U}}}{f_{\text{Median}}} \right)$$

wobei $\tilde{U}$ = untere Klassengrenze der Medianklasse,

b = Klassenbreite,

n = Anzahl der Werte,

$(\sum f)_{\tilde{U}}$ = Summe der Häufigkeitswerte aller Klassen unterhalb der Medianklasse und

f_{Median} = Anzahl der Werte in der Medianklasse.

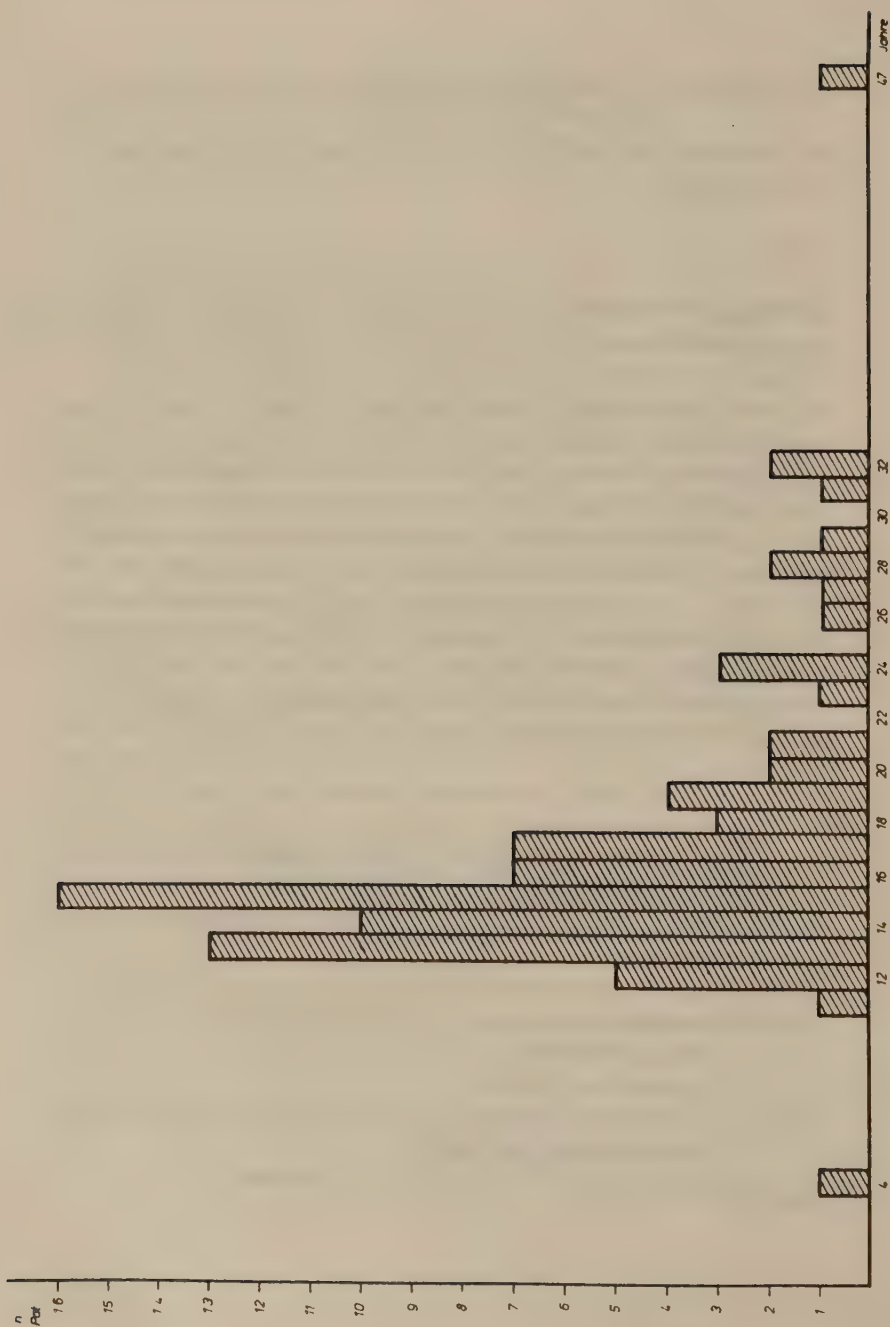


Abb. 1: Alter der Patienten bei Operation

Ergänzt wird der Median durch die Angabe des 95% Vertrauensbereiches bzw. der Vertrauensgrenzen, d.h. des Bereiches, der mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% den Parameter der Grundgesamtheit (den Median) enthält, sowie Minimum und Maximum.

Eine Besonderheit ist bei der Verwendung von Medianwerten zu beachten: Aufgrund des Berechnungsverfahrens dürfen Absolut- und Prozentangaben des Medians nur getrennt betrachtet werden, auch wenn es sich um dieselbe Grundgesamtheit handelt. Dies wird z.B. bei der späteren Analyse der Korrekturergebnisse zu berücksichtigen sein.

Für das vorliegende Patientengut ergab sich ein Altersmedian von 15 Jahren, ein 95% Vertrauensbereich von 12 - 32 Jahren, Minimum 4, Maximum 47 Jahre.

Einen Hinweis darauf, in welche Entwicklungsphase die Operation der Skoliose bei den zumeist jugendlichen Patienten fällt, gibt eine Aufteilung in Patienten die jünger bzw. älter als 17 Jahre zum Zeitpunkt der Operation waren. Danach hatten 53 (63%) das 17. Lebensjahr noch nicht vollendet, 31 (37%) waren älter als 17 Jahre:

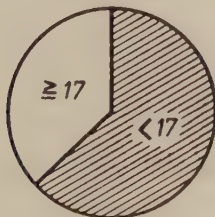


Abb. 2: Altersverteilung nach Gruppen

b) Geschlecht

70 (83%) der 84 operierten Patienten waren weiblich, 14 (17%) männlich. Dies bedeutet ein Geschlechtsverhältnis von 5 : 1 und entspricht den Ergebnissen umfassender Arbeiten von BEALS (1973) und ROGALA (1978), wonach in der Gruppe der behandlungsbedürftigen Skoliosen mit einem Krümmungswinkel größer als 20 Grad Mädchen häufiger anzutreffen sind als Jungen.

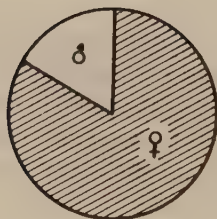


Abb. 3: Geschlechtsverhältnis im Patientengut

c) Schweregradunterteilung und Ausgangswinkel von
Haupt- und Nebenkrümmung

Eine Gruppeneinteilung der behandelten Skoliosen nach ihren Krümmungswinkeln in Grad Cobb als repräsentativen Wert für den Schweregrad erfolgt für die Hauptkrümmung in Tabelle 1, für die Nebenkrümmung in Tabelle 2. Um Vergleiche zwischen den beiden Krümmungen ziehen zu können, erfolgt deren Analyse im Nachfolgenden stets parallel. Kriterien für die Einordnung in die Gruppe "Hauptkrümmung" waren dabei:

- einbogige Skoliose
 - bei zweibogigen Skoliosen
der größere Krümmungswinkel
 - Strukturdefekt der Wirbelkörper in
der jeweiligen Krümmung
 - größere Rotation des Scheitelwirbels
 - höhere Rigidität der Krümmung
- bzw. eine Kombination oder das schwerwiegendste der aufgeführten Merkmale.

Tab. 1: Schweregradeinteilung der Hauptkrümmung nach Gruppen

<60°	:	n = 24	(28%)
60° - 90°	:	n = 50	(60%)
>90°	:	n = 10	(12%)

Tab. 2: Schweregradeinteilung der Nebenkrümmung nach Gruppen

<60°	:	n = 51	(78%)
60° - 90°	:	n = 14	(22%)
>90°	:	n = 0	(0%)

Graphisch wird diese Aufteilung in Abbildung 4 für die Hauptkrümmung und in Abbildung 5 für die Nebenkrümmung dargestellt:

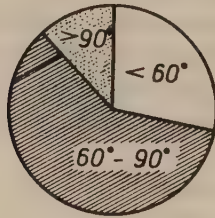


Abb. 4: Schweregradaufteilung Hauptkrümmung

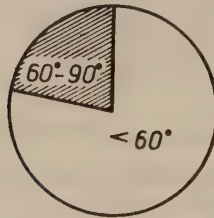


Abb. 5: Schweregradaufteilung Nebenkrümmung

Eine genauere Aufschlüsselung der Krümmungen in Klassen mit einer Klassenbreite von 10 Grad Cobb erfolgt in den Tabellen 3 und 4, die graphische Darstellung der Häufigkeit in den Abbildungen 6 und 7.

Tab. 3: Schweregradeinteilung der Hauptkrümmung in Klassen

Klasse in °Cobb	n	%
30° - 39°	1	1
40° - 49°	6	7
50° - 59°	17	20
60° - 69°	26	31
70° - 79°	16	19
80° - 89°	8	10
90° - 99°	5	6
100° - 109°	3	4
110° - 119°	1	1
120° - 129°	1	1

Tab. 4: Schweregradeinteilung der Nebenkrümmung in Klassen

Klasse in °Cobb	n	%
20° - 29°	5	8
30° - 39°	14	21
40° - 49°	18	28
50° - 59°	15	23
60° - 69°	5	7
70° - 79°	5	7
80° - 89°	4	6

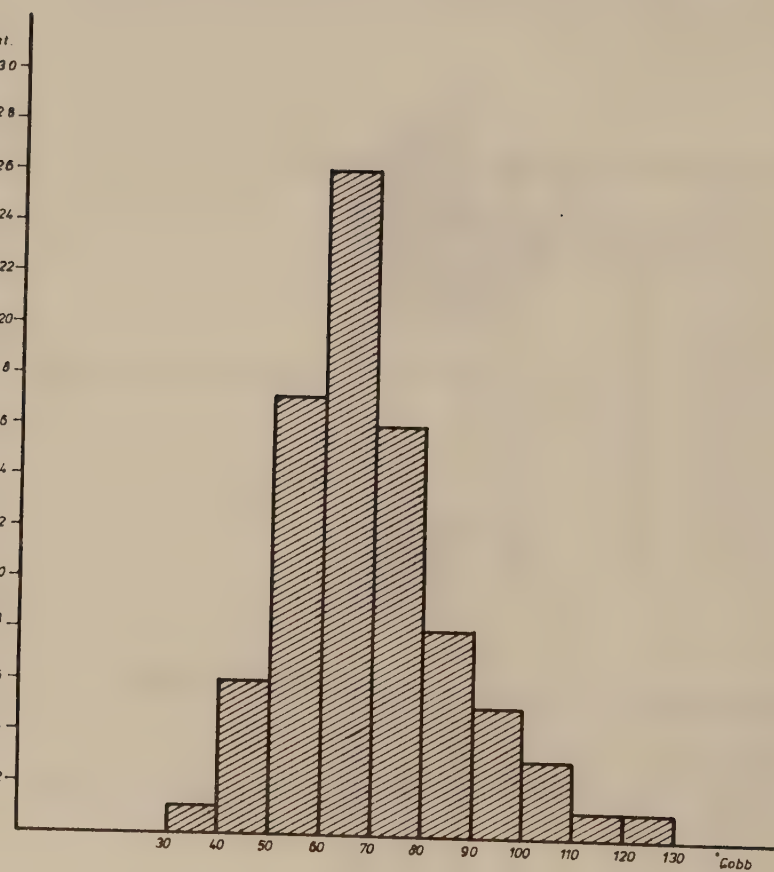


Abb. 6: Häufigkeitsverteilung Hauptkrümmung

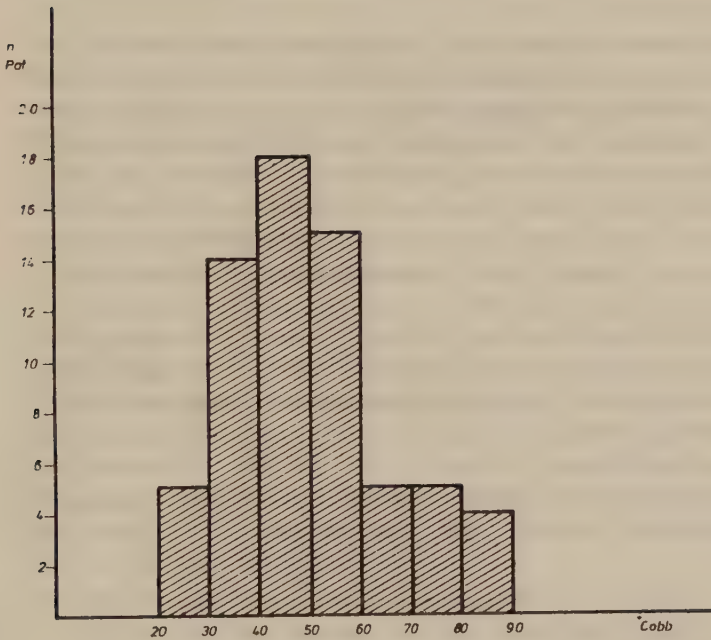


Abb. 7: Häufigkeitsverteilung Nebenkrümmung

Aus den Abbildungen 6 und 7 geht hervor, daß es sich - wie bei der Altersverteilung - auch bei der Verteilung der Skoliosewinkel um keine Normal-, sondern um eine linkssteile Verteilung handelt. Deshalb wurde auch bei der Auswertung der Krümmungswinkel der Median als Parameter verwendet. Für seine Berechnung gilt das unter II.2.a, S. 11, Gesagte. Hervorzuheben ist nochmals, daß im Nachfolgenden die Angaben in Grad Cobb und in Prozent getrennt betrachtet werden müssen, auch wenn sie dieselbe Grundgesamtheit, z.B. die Gesamtkorrektur des Jahres 1984, beschreiben.

Es soll an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, daß bei der Bestimmung des Skoliosewinkels mehrere Fehlerquellen oder unterschiedliche Bewertungsgrundlagen gegeben sein können und damit der gemessene Skoliosewinkel vom tatsächlichen Winkel abweichen kann bzw. die Vergleichbarkeit von Studien verschiedener Autoren nicht immer ohne Einschränkung gegeben ist. Als Beurteilungsgrundlage wurden an der Orthopädischen Klinik der Universität München a.-p. Wirbelsäulen-Ganzaufnahmen im Stehen angefertigt. Die korrekte Position des Patienten im Strahlengang ist z.B. bei behinderten Kindern unter Umständen nur schwer zu erreichen. Nach ENDLER et al. (1984) führt aber z.B. eine fehlerhafte Rotationseinstellung des Rumpfes in geringen Winkelbereichen zu keinen signifikanten Fehlern bei der Bestimmung des Krümmungswinkels.

GRISS und JANI (1984) gehen in ihrer Studie von einem Meßfehlerbereich zwischen -5 und +5 Grad Cobb aus.

Für das vorliegende Patientengut beträgt der Median der Hauptkrümmung 65 Grad Cobb, der 95% Vertrauensbereich 44 bis 108 Grad, Minimum 31 Grad, Maximum 120 Grad Cobb.

Der Median der Nebenkrümmung beträgt 46 Grad Cobb, der 95% Vertrauensbereich 22 Grad bis 80 Grad, Minimum 21 Grad, Maximum 82 Grad. Die Nebenkrümmung beträgt demzufolge rund 2/3 der Hauptkrümmung.

d) Krümmungsrichtung und Wertung der Krümmung

Die Krümmungsrichtung der betrachteten Skoliosen war im thorakalen oder thorakolumbalen Wirbelsäulenabschnitt in 80 Fällen (95%) rechtskonvex, in 4 Fällen (5%) linkskonvex. 3 dieser 4 Patienten mit linkskonvexer thorakaler bzw. thorakolumbalen Krümmung waren männlich; als Ursache der Skoliose wurde einmal eine Infantile Cerebralparese diagnostiziert, in einem anderen Fall lag eine juvenile Kyphoskoliose vor.

Dies entspricht der von SCOTT und MORGAN (1955) - allerdings nur bei idiopathischen Skoliosen gemachten - Beobachtung, daß bei infantilen Skoliosen überwiegend linksthorakale Krümmungen auftreten und diese hauptsächlich Knaben betreffen (JAMES, 1951). Für die anderen, nicht näher einzuordnenden Skoliosen mit unbekannter Ätiologie gibt auch BAUER (1979) die rechtskonvexe thorakale bzw. thorakolumbale Krümmung als das häufigste Krümmungsmuster an.

Die lumbalen Krümmungen waren in 2 Fällen (3%) rechtskonvex, in 62 Fällen (97%) linkskonvex.

In 71 Fällen (85%) war die thorakal oder thorakolumbal gelegene Krümmung nach den in Abschnitt II.2.c, S. 15, genannten Kriterien als Hauptkrümmung einzustufen. Die Hauptkrümmung lag lumbal oder die thorakale und die lumbale Krümmung mußten als gleichwertig eingestuft werden in 13 Fällen (15%). Bei diesen Patienten wurde die lumbale Krümmung mit einer VDS versorgt, die thorakale Krümmung mit der Operation nach Harrington bzw. der Kombination Harrington-Luque.

e) Ätiologie der Skoliosen

Bei der Mehrzahl der operierten Patienten war eine Ursache für die Entstehung der Skoliose nicht zu ermitteln. In 14 Fällen konnte die Ätiologie eruiert werden. Der Anteil der einzelnen Ätiologiegruppen an der Gesamtzahl der Fälle ist in Abbildung 8 dargestellt, eine detailliertere Aufgliederung ist der Tabelle 5 zu entnehmen:

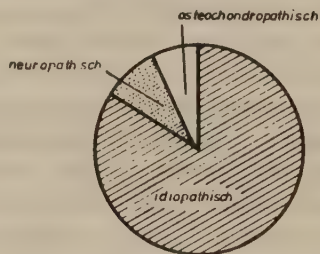


Abb. 8: Ätiologiegruppen

Tab. 5: Ätiologie der Skoliosen

<u>idiopathisch</u>	n = 70 (84%)
<u>neuropathisch</u>	n = 8 (9%)
- Poliomyelitis (2)	
- Spastische Hemiparese	
- Tetraspastik	
- Infantile Cerebralparese	
- Friedreich'sche Ataxie	
- Spina bifida	
- Myelomeningocele	
<u>osteochondropathisch</u>	n = 6 (7%)
- Wirbelkörpermißbildungen (5)	
davon 1 Blockwirbel	
- Hinweis auf frühkindl. Rachitis	

3. Ätiologie der Skoliosen und jährliche Operationsfrequenz

Nach BAUER (1979) ist die prozentuale Korrektur bei idiopathischen Skoliosen größer als bei Lähmungsskoliosen, der Korrekturverlust kleiner. Um derartige Einflüsse der Ätiologie auf die Korrekturergebnisse eines Operationsjahres gegebenenfalls berücksichtigen zu können, wurde in Tabelle 6 eine Aufschlüsselung nach Ätiologie der Skoliose und der Zahl der operierten Patienten vorgenommen. Sie zeigt, daß die neuropathischen Skoliosen annähernd gleichmäßig über den betrachteten Zeitraum verteilt sind.

Tab. 6: Ätiologie der Skoliosen und jährliche Operationsfrequenz

OP-Jahr	idiopathisch	neuropathisch	osteochondropathisch
1981	10	-	1
1982	15	2	1
1983	15	2	2
1984	20	2	1
1985	10	2	1

4. Jährliche Operationsfrequenz und angewendete Operationstechniken

Tabelle 7 gibt einen Überblick über die Art und Häufigkeit der im jeweiligen Operationsjahr verwendeten Operationstechniken. Aus ihr geht u.a. hervor, daß ab der zweiten Hälfte des Jahres 1983 (1983/II) die Operation nach Harrington durch die Kombination Harrington-Stab mit Luque-Drähten ersetzt wurde.

Tab. 7: Jährliche Operationsfrequenz und angewendetes Verfahren

OP-Jahr	H	H-L	H+VDS	H-L+VDS	L	gesamt
1981	11					11
1982	12		6			18
1983	6	9	3	1		19
1984		19		3	1	23
1985		12			1	13
gesamt	29	40	9	4	2	84

Erläuterung der Abkürzungen:

H = Operation nach Harrington;

L = Operation nach Luque;

H-L = Kombination Harrington-Stab mit Luque-Drähten;

H+VDS = Operation nach Harrington mit vorangegangener Ventraler Derotationsspondylodese der lumbalen Krümmung;

H-L+VDS = Operation mit der Kombination Harrington-Stab mit Luque-Drähten und vorausgegangener Ventraler Derotationsspondylodese der lumbalen Krümmung;

5. Eingesetztes Instrumentarium

Art und Häufigkeit des eingesetzten Instrumentariums sind aus Tabelle 8 ersichtlich. Es zeigt sich, daß die Instrumentierung mit dem Harrington-Stab in der Kombination mit Luque-Drähten die am häufigsten eingesetzte Operationstechnik im betrachteten Zeitraum war.

Tab. 8: Eingesetztes Instrumentarium

Material	n	%
1 Stab	1	
1 Stab + Kompression + Querszug (in 8 Fällen Draht als Querszug)	25	29
2 Stäbe + Kompression + Querszug	3	
1 Stab + VDS	1	
1 Stab + Kompression + Querszug + VDS	8	9
1 Stab + Luque-Drähte	38	44
1 Stab + Luque-Drähte + Kompress.	1	
1 Stab + Luque Drähte + Kompress. + Querszug	1	
1 Stab + Luque Drähte + VDS	4	5
2 Luque-Stäbe und -Drähte	2	

6. Ergebnisse der Operation nach Harrington (1981 - 1983/I) und der Kombination Harrington-Luque (1983/II - 1985)

a) Operationsmethoden

Die Operation nach Harrington hat sich in den vergangenen 25 Jahren mit geringen Variationen zu einem Standardverfahren der operativen Skoliosebehandlung entwickelt (vgl. I.1., S. 1):

Nach Darstellung der hinteren Wirbelsäulen-Strukturen im vorgesehenen Fusionsbezirk und dem Einhängen des cranialen Hakens in das Wirbelgelenk sowie des lumbalen Hakens in den Wirbelbogen erfolgt das Einsetzen des Outriggers und die Extension der Wirbelsäule unter gleichzeitiger Kontrolle der evozierten Potentiale. Die Messung der somatosensorisch evozierten Potentiale ersetzt seit 1982 an der Orthopädischen Klinik der Universität München (MATZEN, BREITNER, EBNER, SPRINGER, 1984) den bisher nach dem Einsetzen des Harrington-Stabes durchgeführten "wake-up"-Test (VAUZELLE, 1973) zur Kontrolle der funktionellen Integrität des Rückenmarks. Im Anschluß an die Extension werden im gesamten Versteifungsbezirk die lumbalen Wirbelgelenke verödet und die hinteren Gelenkfacetten der thorakalen Wirbelgelenke abgetragen. Nach dem Einsetzen des Kompressionsinstrumentariums an der Basis der Querfortsätze (auf der konvexen Seite im Bereich des Scheitelwirbels) erfolgt das Abtragen der Dornfortsätze und die Dekortikation der Wirbelbögen. Der Outrigger wird durch den Harrington-Distraktionsstab ersetzt. Als dritte korrigierende Kraft wird der von COTREL (1973) beschriebene Querzug zwischen Distraktions- und Kompressionsstab eingesetzt und mittels der transversal wirkenden Kraft eine zusätzliche Korrektur der Krümmung erzielt. Spongiöses und kortikospongiöses Spanmaterial wird im gesamten Fusionsgebiet aufgebracht und nach schichtweisem Wundverschluß die Operation beendet.

Als Variante wurde bei S-förmigen Krümmungen in 5 Fällen die "Dollar-sign"-Methode (Plazierung des thorakalen Hakens auf der linken und des lumbalen Hakens auf der rechten Seite des

Wirbelkörpers und umgekehrt) angewandt.

Es wurden bei der Operation nach Harrington pro Patient zwischen 10 und 14 Segmente versteift, im Mittel 12. Die Operationszeit lag einschließlich der Beckenkammspanentnahme zwischen 130 und 270, im Mittel bei 203 Minuten. Der Blutverlust betrug im Durchschnitt 3140 ml.

In der zweiten Hälfte des Jahres 1983 wurde die Operation nach Harrington durch die Operation nach Harrington in Kombination mit Luque-Drähten abgelöst bzw. verbessert. Der Hintergrund, der zur Entwicklung des von Luque 1982 vorgestellten Verfahrens führte, wurde in Abschnitt I.1., S. 2, dargestellt. Operationstechnisch weicht dieses Verfahren nur insofern von der Operation nach Harrington ab, als vor dem Einlegen des Harrington-Stabes bei den gewählten Segmenten das Ligamentum flavum eingeschnitten wird, die Drähte unter den Laminae hindurchgezogen werden und dann der Stab eingelegt wird. Die Drähte werden um den Stab gezogen, verschlungen und angezogen. Dadurch wird eine weitere Korrektur der Krümmung erzielt. Ein Kompressionsinstrumentarium wird in der Regel nicht mehr eingesetzt.

Pro Patient wurden im Durchschnitt 13 Segmente versteift (Minimum 10, Maximum 14). Dabei wurden zwischen 3 und 11, durchschnittlich 9 Luque-Drähte eingebracht. Die "Dollar-sign"-Methode wurde in 3 Fällen angewendet. Die Operationszeit erhöhte sich bei der Kombination Harrington-Luque geringfügig auf durchschnittlich 217 Minuten, der Blutverlust auf 3525 ml.

Bei den 40 nach Harrington-Luque operierten Skoliosen konnte in 2 Fällen eine Derotation des Scheitelwirbels von Grad 2 auf Grad 1, in 3 Fällen von Grad 2 auf Grad 1,5 (nach Moe) als Ausdruck einer Korrektur in transversaler Ebene festgestellt werden. Nach Angaben von GRISS und JANI (1984) und WENGER (1982)

wird bei Verwendung von Luque-Drähten eine theoretisch denkbare Derotation der Wirbelkörper praktisch nur selten erzielt. Sie hängt weitgehend davon ab, wie stark die Drähte angezogen werden.

Die Korrektur der Skoliose unter Verwendung des Harrington-Stabes kann zu einer unerwünscht hohen Korrektur in der Sagittalebene - also eines Verlustes der thorakalen Kyphose oder der lumbalen Lordose - führen (SCHULTZ, 1974). Es wurde deshalb stichprobenartig die Veränderung der kyphotischen Komponente bei 9 der mit der Kombination Harrington-Luque versorgten Patienten ausgewertet: Sie betrug präoperativ durchschnittlich 35 Grad Cobb, postoperativ 25 Grad.

Die dreidimensionale Struktur der Skoliose wird zunehmend bei experimentellen Analysen der biomechanischen Effizienz von Operationstechniken berücksichtigt. Bei der klinischen Betrachtung der Skoliose, d.h. Feststellung von Behandlungsbedürftigkeit, Progression, Operationsindikation und Operationsergebnis findet in der Regel die zweidimensionale Analyse in der Frontalebene mittels a.-p. Röntgenaufnahmen - abgesehen von der klinischen Untersuchung - Anwendung (WENGER et al., 1982).

b) Alter der Patienten

Wie bereits in Abschnitt II.2.a., S. 13, erläutert wurde, beträgt der Altersmedian des gesamten Patientengutes 15 Jahre. In Tabelle 9 sind die Altersmediane für die in diesem Abschnitt betrachteten Operationsmethoden (Harrington, Harrington-Luque) und für jedes Operationsjahr getrennt aufgeführt, in Abbildung 9 graphisch dargestellt.

Tab. 9: Altersmediane in den einzelnen OP-Jahren

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
81	H	13	13-28	4	31
82	H	14	12-32	11	47
83/I	H	18	16-24	15	32
83/II	H-L	15	13-16	12	21
84	H-L	17	13-28	13	29
85	H-L	17	14-21	14	26

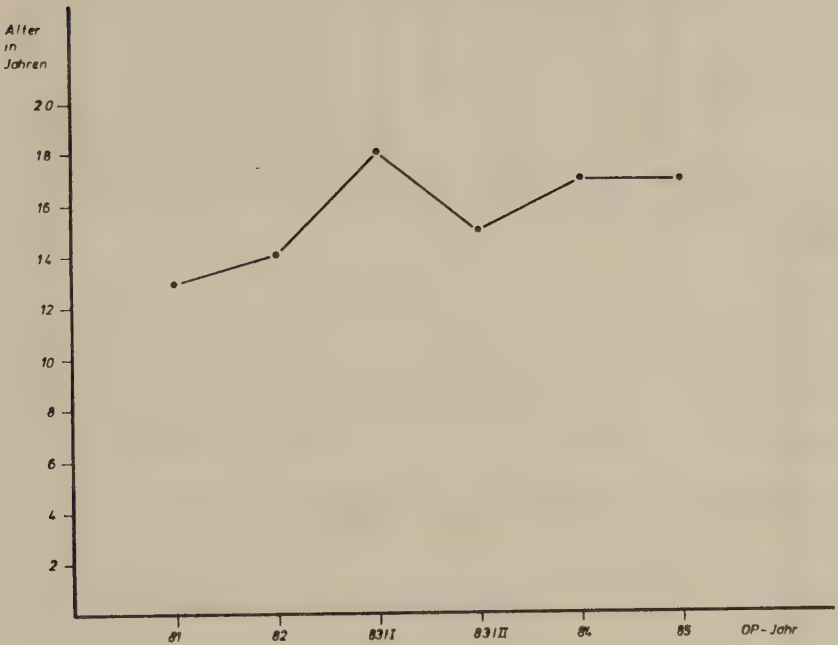


Abb. 9: Patientenalter zum Operationszeitpunkt

c) Ausgangswinkel

Der Median der Hauptkrümmung betrug im gesamten Patientengut 65 Grad Cobb, der der Nebenkrümmung 46 Grad. Tabelle 10 und Abbildung 10 zeigen nun den Ausgangswinkel der Hauptkrümmung, Tabelle 11 und Abbildung 11 den Ausgangswinkel der Nebenkrümmung für jedes Operationsjahr getrennt.

Tab. 10: Ausgangswinkel der Hauptkrümmung in Grad Cobb

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
81	H	75	63-102	52	115
82	H	68	54- 88	46	90
83/I	H	58	50- 60	50	62
83/II	H-L	62	47- 76	45	85
84	H-L	60	48- 96	43	108
85	H-L	60,5	44- 92	31	120

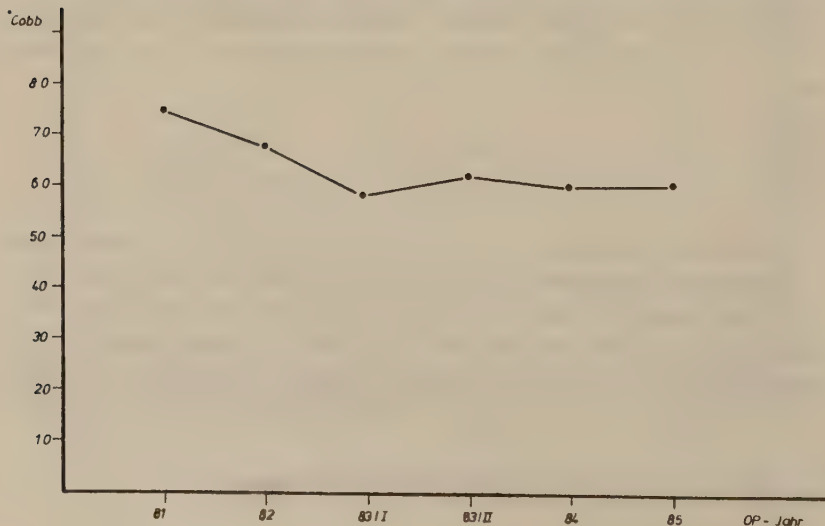


Abb. 10: Ausgangswinkel der Hauptkrümmung

Tab. 11: Ausgangswinkel der Nebenkrümmung in Grad Cobb

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
81	H	51,5	33-62	26	82
82	H	50	36-70	36	80
83/I	H	42,5	30-45	30	45
83/II	H-L	31	22-40	21	55
84	H-L	43	32-52	30	53
85	H-L	46	34-70	30	74

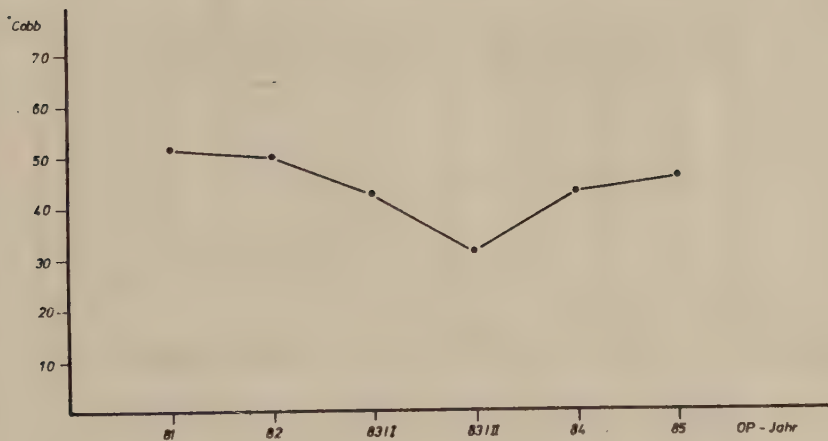


Abb. 11: Ausgangswinkel der Nebenkrümmung

d) Präoperative Korrektur

Ziel der Vorbereitungsphase war eine größtmögliche Lockerung und durch Extension zu erzielende Korrigierbarkeit der Skoliose. Zu diesem Zweck kamen das Ducroquet-Extensionsgerät, die Cotrel-Dauerextension, in 8 Fällen auch die Halo-Schwerkraft-Extension zur Anwendung.

In den Tabellen 12 a/b und 13 a/b sind die präoperativ durch Extension erzielten Korrekturergebnisse in Grad Cobb und Prozenten aufgeführt. Sie wurden berechnet aus der Differenz zwischen dem Ausgangswinkel der Krümmung und dem Winkel nach abgeschlossener präoperativer Extensionsbehandlung. Die Prozentangaben beziehen sich auf den Ausgangswinkel.

Tab. 12a: Präoperative Korrektur der Hauptkrümmung in Grad Cobb

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
81	H	31	14-42	12	48
82	H	27,5	24-39	20	40
83/I	H	26,5	19-30	18	34
83/II	H-L	33	21-37	16	38
84	H-L	26	16-40	15	50
85	H-L	25	17-33	2	33

Tab. 12b: Präoperative Korrektur der Hauptkrümmung in Prozent

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
81	H	47	16-59	10	63
82	H	43	34-51	32	59
83/I	H	46	38-52	31	55
83/II	H-L	47	39-55	36	60
84	H-L	45	33-62	20	63
85	H-L	41	19-57	2	65

Tab. 13a: Präoperative Korrektur der Nebenkrümmung in Grad Cobb

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
81	H	23,5	15-35	8	40
82	H	24	18-35	17	48
83/I	H	25,5	21-30	21	30
83/II	H-L	14	9-26	7	30
84	H-L	24	10-33	-3	33
85	H-L	19	13-35	7	36

Tab. 13b: Präoperative Korrektur der Nebenkrümmung in Prozent

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
81	H	43	31-67	27	78
82	H	50	42-61	41	67
83/I	H	56,5	53-67	53	67
83/II	H-L	54	42-58	32	74
84	H-L	48	26-74	-9	77
85	H-L	46,5	30-54	14	77

Abbildung 12 veranschaulicht den Verlauf der präoperativ erzielten Korrektur der Hauptkrümmung in Prozent, Abbildung 13 den der Nebenkrümmung.

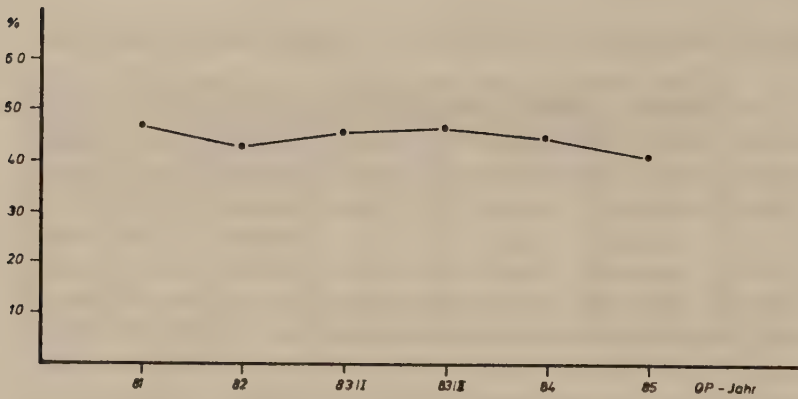


Abb. 12: Präoperative Korrektur der Hauptkrümmung in Prozent

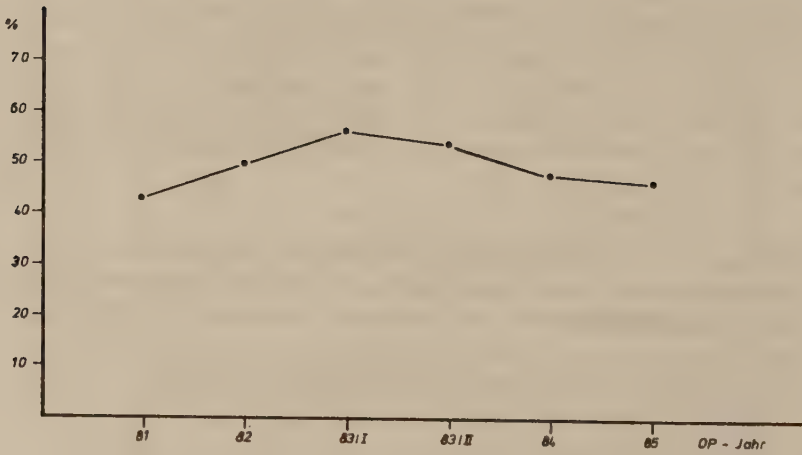


Abb. 13: Präoperative Korrektur der Nebenkrümmung in Prozent

e) Intraoperative Korrektur

Obwohl die Implantation des Harrington-Instrumentariums überwiegend der Fixierung eines präoperativ erreichten Korrekturergebnisses bzw. der Verhinderung einer weiteren Progression der Krümmung dienen soll, kommt der intraoperativen Korrektur eine wachsende Bedeutung zu.

Die Tabellen 14 a/b und 15 a/b zeigen die erreichten intraoperativen Korrekturergebnisse für die Haupt- und Nebenkrümmung. Die Berechnungsgrundlagen waren Röntgenbilder am Ende der präoperativen Extensionsbehandlung und erste postoperative Wirbelsäulen-Ganzaufnahmen im Stehen. Die Prozentangaben beziehen sich dabei auf den Ausgangswinkel der Krümmung.

Tab. 14a: Intraoperative Korrektur der Hauptkrümmung in Grad Cobb

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
81	H	4	(-1)-13	-7	51
82	H	6,5	5 -13	4	17
83/I	H	3,5	1 - 8	1	29
83/II	H-L	8	4 -15	0	17
84	H-L	9	(-2)-23	-3	34
85	H-L	13,5	2 -26	-3	32

Tab. 14b: Intraoperative Korrektur der Hauptkrümmung in Prozent

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
81	H	7	(-1)-25	-10	50
82	H	9	7 -20	6	24
83/I	H	6	2 -14	2	14
83/II	H-L	13	9 -20	0	23
84	H-L	17	(-3)-32	-5	45
85	H-L	21,5	4 -35	-10	39

Tab. 15a: Intraoperative Korrektur der Nebenkrümmung in Grad Cobb

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
81	H	-2,5	(-12)- 8	-13	13
82	H	-1	(-5)- 7	-6	10
83/I	H	-2	(-10)- 4	-10	4
83/II	H-L	7	1 - 8	-7	9
84	H-L	0	(-8)-10	-10	13
85	H-L	5,5	0 -18	-17	31

Tab. 15b: Intraoperative Korrektur der Nebenkrümmung in Prozent

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
81	H	-5	(-21)-24	-29	31
82	H	-1	(-11)-12	-12	22
83/I	H	-5	(-22)- 9	-22	9
83/II	H-L	18	3 -20	-27	43
84	H-L	0	(-19)-29	-20	41
85	H-L	15	0 -24	-47	44

Die Abbildungen 14 und 15 zeigen die Entwicklung der intraoperativ erzielten Korrektur in Prozent im Verlauf der fünf betrachteten Operationsjahre. Mit der zweiten Hälfte des Jahres 1983 (= 83/II) wurde die Operation nach Harrington durch die Kombination Harrington-Stab mit Luque-Drähten ersetzt.

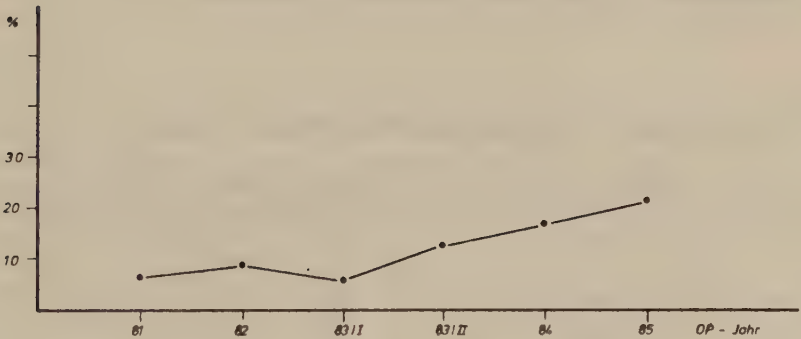


Abb. 14: Intraoperative Korrektur der Hauptkrümmung in Prozent

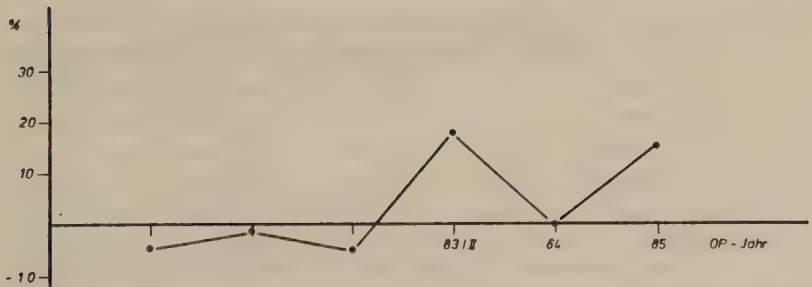


Abb. 15: Intraoperative Korrektur der Nebenkrümmung in Prozent

f) Gesamtkorrektur

- in den einzelnen Operationsjahren

Die erzielte Gesamtkorrektur wurde aus der Differenz zwischen Ausgangs- und postoperativem Winkel berechnet und in Prozenten des Ausgangswinkels angegeben. Sie setzt sich zusammen aus der prä- und intraoperativen Korrektur. In den Tabellen 16 a/b und 17 a/b sind die Mediane der Gesamtkorrektur für jedes Operationsjahr in Grad Cobb und Prozent angegeben.

Tab. 16a: Gesamtkorrektur der Hauptkrümmung in Grad Cobb

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
81	H	38	33-50	18	63
82	H	39	32-45	24	53
83/I	H	33	29-38	20	41
83/II	H-L	37	29-50	22	51
84	H-L	37	28-55	22	68
85	H-L	39	27-45	17	62

Tab. 16b: Gesamtkorrektur der Hauptkrümmung in Prozent

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
81	H	53	37-67	20	69
82	H	59	47-64	38	68
83/I	H	54,5	52-66	40	71
83/II	H-L	62	53-68	49	73
84	H-L	63	44-73	33	75
85	H-L	62,5	38-74	37	75

Tab. 17a: Gesamtkorrektur der Nebenkrümmung in Grad Cobb

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
81	H	25	16-28	11	29
82	H	25	20-34	16	55
83/I	H	18	15-31	15	31
83/II	H-L	18	11-30	7	38
84	H-L	24	13-27	10	31
85	H-L	32	17-42	-2	52

Tab. 17b: Gesamtkorrektur der Nebenkrümmung in Prozent

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
81	H	48	35-55	23	62
82	H	54	40-64	39	69
83/I	H	47	40-69	40	69
83/II	H-L	66	45-75	27	86
84	H-L	56	31-66	26	67
85	H-L	58,5	40-70	-6	89

Den Verlauf der prozentualen Gesamtkorrektur in den betrachteten Operationsjahren geben Abbildung 16 für die Hauptkrümmung und Abbildung 17 für die Nebenkrümmung wieder:

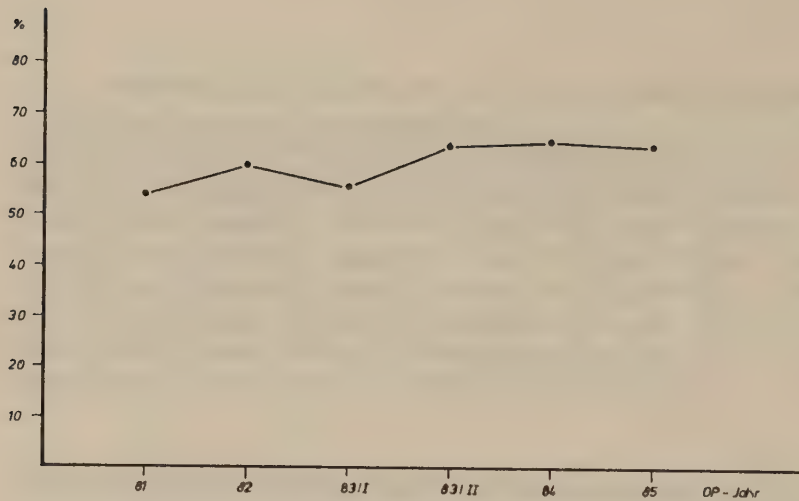


Abb. 16: Gesamtkorrektur der Hauptkrümmung in Prozent

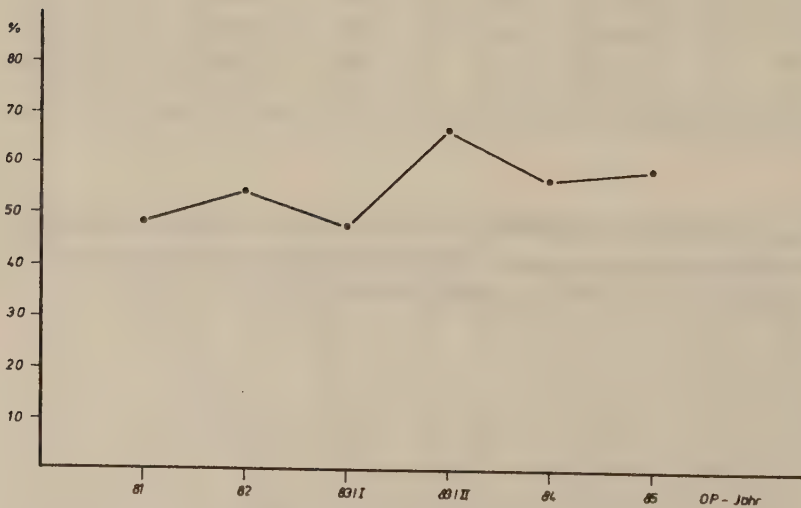


Abb. 17: Gesamtkorrektur der Nebenkrümmung in Prozent

Gesamtkorrektur

- in Abhängigkeit vom Patientenalter

Um Einflüsse des Patientenalters auf das Korrekturergebnis zu erfassen, wurden die Kollektive der mit dem Harrington-Stab und mit der Kombination Harrington-Luque versorgten Patienten in Gruppen jünger als 17 Jahre und älter als 17 Jahre unterteilt. Das Alter von 17 Jahren wurde als Kriterium herangezogen in Anlehnung an Statistiken von BAUER (1979) und Untersuchungen von SCHMID und MATTHIESEN (1985), wonach das Wachstum von Mädchen, also des überwiegenden Teils der operierten Patienten, mit 17 Jahren als beendet angesehen werden kann. Auf eine Bestimmung des Skelettalters wurde deshalb verzichtet.

Berechnet wurden in jeder Altersgruppe die Mediane der Gesamtkorrektur für die Hauptkrümmung. Sie können Tabelle 18 für die Operation nach Harrington und der Tabelle 19 für die Kombination Harrington-Luque entnommen werden.

Tab. 18: Operation nach Harrington: Gesamtkorrektur in Prozent in Abhängigkeit vom Patientenalter

Altersgruppe	Gesamtkorrektur	95% VG	Min.	Max.
<17 Jahre (n=17)	56	47-68	20	69
≥17 Jahre (n=12)	52	38-64	37	71

Tab. 19: Kombination Harrington-Luque: Gesamtkorrektur in Prozent
in Abhängigkeit vom Patientenalter

Altersgruppe	Gesamtkorrektur	95% VG	Min.	Max.
<17 Jahre (n=22)	67	44-74	38	75
≥17 Jahre (n=18)	61	37-70	33	75

Bei der Kombination Harrington-Luque wurde zusätzlich mit Hilfe des Kolmogoroff-Smirnoff-Tests (RAMM, 1982) untersucht ob die Gesamtkorrektur in der Gruppe bis 17 Jahre signifikant größer war als in der Gruppe der über 17-jährigen. Der Kolmogoroff-Smirnoff-Test gilt nach SACHS (1984) als schärfster Homogenitätstest, der insbesondere Unterschiede der zentralen Tendenz (z.B. den Median) erfaßt. Es konnte damit kein signifikanter Unterschied der Gesamtkorrektur in den beiden Gruppen festgestellt werden ($p=0,05$).

Gesamtkorrektur

- in Abhängigkeit vom Ausgangswinkel

In gleicher Weise wurde der Einfluß des Ausgangswinkels der Krümmung auf die Gesamtkorrektur untersucht. Die Einteilung erfolgte nach BAUER (1979) in Gruppen mit weniger als 60 Grad Cobb, zwischen 60 und 90 Grad und mit mehr als 90 Grad, womit sowohl die Ausgangswinkel am unteren Grenzbereich der Indikationsstellung als auch schwerste Krümmungen getrennt erfaßt werden.

Die Ergebnisse können der Tabelle 20 für die Operation nach Harrington und Tabelle 21 für die Kombination Harrington-Luque entnommen werden.

Tab. 20: Operation nach Harrington: Gesamtkorrektur in Prozent in Abhängigkeit vom Ausgangswinkel

Ausgangswinkel	Gesamtkorrektur	95% VG	Min.	Max.
<60° (n= 8)	62	53-67	40	71
60°-90° (n=18)	54,5	38-68	20	69
>90° (n= 3)	50	37-55	37	55

Tab. 21: Kombination Harrington-Luque: Gesamtkorrektur in Prozent in Abhängigkeit vom Ausgangswinkel

Ausgangswinkel	Gesamtkorrektur	95% VG	Min.	Max.
<60° (n=15)	62	50-70	49	71
60°-90° (n=21)	65	44-75	33	75
>90° (n= 4)	47,5	37-63	37	63

Die Gesamtkorrektur im Bereich von 60 Grad bis 90 Grad war - im Gegensatz zum entsprechenden Bereich der nur mit dem Harrington-Stab versorgten Krümmung - geringfügig größer als in der Gruppe mit den Winkeln kleiner als 60 Grad. Der durchgeführte Kolmogoroff-Smirnoff-Test zeigte jedoch keinen signifikanten Unterschied zwischen der erzielten Gesamtkorrektur in den beiden genannten Bereichen. Dies entspricht Untersuchungsergebnissen von BAUER (1979), der ebenfalls in Abhängigkeit vom Alter oder Ausgangswinkel statistisch keine Unterschiede im Behandlungsergebnis nachweisen konnte.

Die Relationen der in jedem Ausgangswinkel-Bereich erzielten Gesamtkorrektur verdeutlichen die Abbildungen 18 und 19 auf Seite 44.

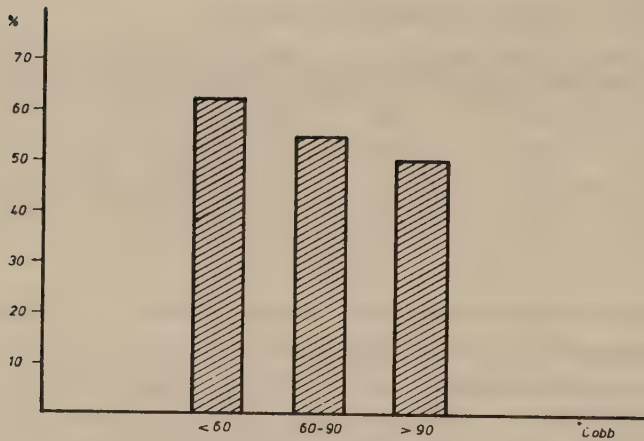


Abb. 18: Gesamtkorrektur in Abhängigkeit vom Ausgangswinkel, Operation nach Harrington

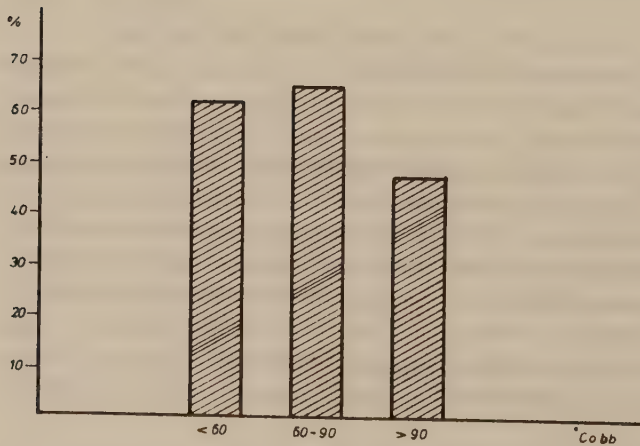


Abb. 19: Gesamtkorrektur in Abhängigkeit vom Ausgangswinkel, Kombination Harrington-Luque

g) Postoperativer Winkel

Der postoperative Winkel war Berechnungsgrundlage für die Bestimmung der intraoperativen Korrektur, der Gesamtkorrektur und des Korrekturverlustes. Er wurde anhand einer in der Regel 6 Wochen postoperativ angefertigten Wirbelsäulen-Ganzaufnahme im Stehen ermittelt. Darüber hinaus stellt die nach der Operation noch verbliebene Verkrümmung der Wirbelsäule mit ihren funktionellen und kosmetischen Folgen aber auch für den Patienten ein Maß für den Erfolg der Operation dar.

In den Tabellen 22 und 23 werden die postoperativen Winkel der Haupt- und Nebenkrümmungen in den einzelnen Operationsjahren gezeigt, die Abbildungen 20 und 21 stellen die Entwicklung im betrachteten Zeitraum dar.

Tab. 22: Postoperativer Winkel der Hauptkrümmung in Grad Cobb

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
81	H	37	21-64	17	70
82	H	26	21-40	20	55
83/I	H	26,5	20-29	17	30
83/II	H-L	24	17-33	17	37
84	H-L	22	15-42	13	45
85	H-L	19	15-58	14	75

Tab. 23: Postoperativer Winkel der Nebenkrümmung in Grad Cobb

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
81	H	29,5	15-37	10	53
82	H	22	16-35	16	36
83/I	H	19,5	14-25	14	25
83/II	H-L	12	10-17	3	19
84	H-L	18	14-36	13	39
85	H-L	16,5	11-32	5	38

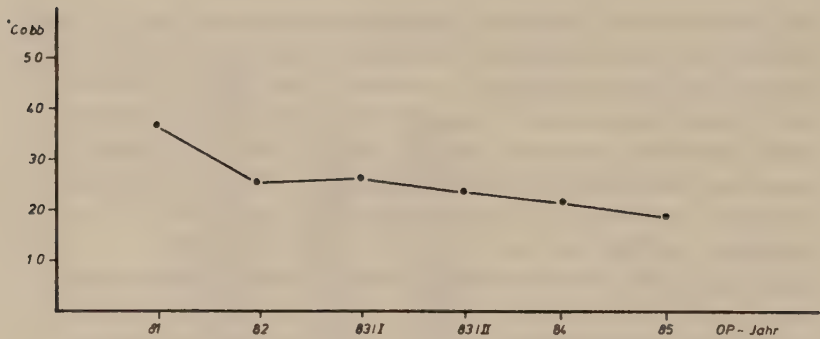


Abb. 20: Postoperativer Winkel der Hauptkrümmung in Grad Cobb

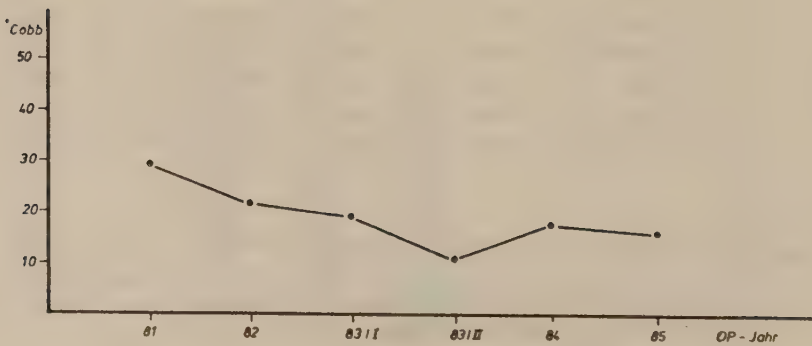


Abb. 21: Postoperativer Winkel der Nebenkrümmung in Grad Cobb

h) Korrekturverlust

Ein weiterer Schwerpunkt der Untersuchung lag auf der Ermittlung des postoperativ eingetretenen Korrekturverlustes. Hierbei betrug der längste Beobachtungszeitraum 4 Jahre (OP-Jahr 1981), der kürzeste 1 Jahr (OP-Jahre 1984 und 1985). Die Patienten waren während des ersten postoperativen Jahres mit einem Gipskorsett versorgt.

Die nachfolgenden Tabellen zeigen den postoperativ aufgetretenen Korrekturverlust der Hauptkrümmung, getrennt nach Operationsjahrgängen. Dabei beziehen sich die Prozentangaben wie bei der Gesamtkorrektur auf den Ausgangswinkel der Krümmung. Negative Vorzeichen bedeuten in den Korrekturverlust-Tabellen Korrekturgewinne.

Tab. 24a: Korrekturverlust der Hauptkrümmung
im 1. postoperativen Jahr in Grad Cobb

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
81	H	5	(-1)- 7	-1	8
82	H	2	(-3)- 8	-5	10
83/I	H	1	(-1)- 2	-5	4
83/II	H-L	0	(-5)- 2	-13	3
84	H-L	2	(-2)-10	-10	14
85	H-L	1	(-4)-12	-4	13

Tab. 24b: Korrekturverlust der Hauptkrümmung
im 1. postoperativen Jahr in Prozent

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
81	H	6	(-1)- 9	-2	12
82	H	3,5	(-5)- 9	-7	13
83/I	H	2	(-2)- 3	-10	7
83/II	H-L	0	(-9)- 3	-17	7
84	H-L	4	(-3)-13	-15	29
85	H-L	2	(-7)-13	-13	16

Tab. 25a: Korrekturverlust der Hauptkrümmung
im 2. postoperativen Jahr in Grad Cobb

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
81	H	0	(-2)- 3	-5	6
82	H	-1	(-3)- 4	-4	4
83/I	H	1	(-1)- 1	-5	6
83/II	H-L	1	(-3)- 1	-4	2

Tab. 25b: Korrekturverlust der Hauptkrümmung
im 2. postoperativen Jahr in Prozent

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
81	H	0	(-2)- 4	-5	10
82	H	-1	(-5)- 5	-6	7
83/I	H	2	(-2)- 2	-9	10
83/II	H-L	1	(-4)- 2	-9	4

Tab. 26a: Korrekturverlust der Hauptkrümmung
im 3. postoperativen Jahr in Grad Cobb

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
81	H	-1	(-3)- 1	-5	3
82	H	-1	(-3)- 2	-5	4

Tab. 26b: Korrekturverlust der Hauptkrümmung
im 3. postoperativen Jahr in Prozent

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
81	H	-1	(-4)- 1	-5	6
82	H	-1	(-5)- 4	-7	6

Tab. 27a: Korrekturverlust der Hauptkrümmung
im 4. postoperativen Jahr in Grad Cobb

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
81	H	0	(-1)- 0	-2	5

Tab. 27b: Korrekturverlust der Hauptkrümmung
im 4. postoperativen Jahr in Prozent

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
81	H	0	(-1)- 0	-4	4

Der Korrekturverlust der Nebenkümmung in den einzelnen Operationsjahren ist den nachfolgenden Tabellen 28a - 31b zu entnehmen:

Tab. 28a: Korrekturverlust der Nebenkümmung
im 1. postoperativen Jahr in Grad Cobb

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
81	H	2,5	1 - 6	-2	11
82	H	6	1 -13	-1	13
83/I	H	0,5	0 - 3	0	3
83/II	H-L	2	(-3)- 3	-5	4
84	H-L	1	(-1)- 9	-5	9
85	H-L	-1,5	(-4)- 4	-25	4

Tab. 28b: Korrekturverlust der Nebenkrümmung
im 1. postoperativen Jahr in Prozent

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
81	H	4	2-12	-4	13
82	H	10	2-25	-3	26
83/I	H	1	0- 7	0	7
83/II	H-L	5	(-10)-14	-14	14
84	H-L	3	(-2)-26	-9	28
85	H-L	-1,5	(-12)- 9	-69	9

Tab. 29a: Korrekturverlust der Nebenkrümmung
im 2. postoperativen Jahr in Grad Cobb

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
81	H	1	0- 2	-3	2
82	H	1	(-6)- 2	-11	5
83/I	H	0	(-5)- 1	-5	1
83/II	H-L	1	(-3)- 2	-3	3

Tab. 29b: Korrekturverlust der Nebenkrümmung
im 2. postoperativen Jahr in Prozent

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
81	H	2,5	0- 4	-5	4
82	H	2	(-14)- 4	-15	7
83/I	H	0	(-16)- 3	-16	3
83/II	H-L	3	(-12)- 6	-14	8

Tab. 30a: Korrekturverlust der Nebenkrümmung
im 3. postoperativen Jahr in Grad Cobb

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
81	H	0,5	(-1)- 2	-3	2
82	H	1	(-6)- 3	-11	9

Tab. 30b: Korrekturverlust der Nebenkrümmung
im 3. postoperativen Jahr in Prozent

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
81	H	1	(-3)- 4	-5	4
82	H	2	(-12)- 6	-14	20

Tab. 31a: Korrekturverlust der Nebenkrümmung
im 4. postoperativen Jahr in Grad Cobb

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
81	H	0	0- 1	-1	1

Tab. 31b: Korrekturverlust der Nebenkrümmung
im 4. postoperativen Jahr in Prozent

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
81	H	0	0- 2	-3	4

1) Ergebnisübersicht

Die nachfolgenden Tabellen 32a - 33b fassen noch einmal die Ergebnisse der Operation nach Harrington (H) und der Kombination Harrington-Luque (H-L) für jedes Operationsjahr und jede der beiden Methoden zusammen. Die 95% Vertrauensgrenzen der Mediane sowie Minima und Maxima wurden hier nicht angegeben. Sie können den vorangegangenen Tabellen entnommen werden.

Tab. 32a: Operationsergebnisse der Hauptkrümmung in Grad Cobb

OP-Jahr	1981	1982	1983/I	1983/II	1984	1985
OP-Methode	H	H	H	H-L	H-L	H-L
Fallzahl n	11	12	6	9	19	12
Alter Jahre	13	14	18	15	17	17
Ausgangswinkel	75	68	58	62	60	60,5
Präop. Korrektur	31	27,5	26,5	33	26	25
Intraop. Korrektur	4	6,5	3,5	8	9	13,5
Gesamtkorrektur	38	39	33	37	37	39
Postop. Winkel	37	26	26,5	24	22	19
Korrekturverlust 1. Jahr	5	2	1	0	2	1
Korrekturverlust 2. Jahr	0	-1	1	1	-	-
Korrekturverlust 3. Jahr	-1	-1	-	-	-	-
Korrekturverlust 4. Jahr	0	-	-	-	-	-

Tab. 32b: Operationsergebnisse der Hauptkrümmung in Prozent

OP-Jahr	1981	1982	1983/I	1983/II	1984	1985
OP-Methode	H	H	H	H-L	H-L	H-L
Präop. Korrektur	47	43	46	47	45	41
Intraop. Korrektur	7	9	6	13	17	21,5
Gesamt- korrektur	53	59	54,5	62	63	62,5
Korrektur- verlust 1. Jahr	6	3,5	2	0	4	2
Korrektur- verlust 2. Jahr	0	-1	2	1	-	-
Korrektur- verlust 3. Jahr	-1	-1	-	-	-	-
Korrektur- verlust 4. Jahr	0	-	-	-	-	-

Tab. 33a: Operationsergebnisse der Nebenkrümmung in Grad Cobb

OP-Jahr	1981	1982	1983/I	1983/II	1984	1985
OP-Methode	H	H	H	H-L	H-L	H-L
Fallzahl n	8	11	4	7	11	10
Ausgangswinkel	51,5	50	42,5	31	43	46
Präop. Korrektur	23,5	24	25,5	14	24	19
Intraop. Korrektur	-2,5	-1	-2	7	0	5,5
Gesamtkorrektur	25	25	18	18	24	32
Postop. Winkel	29,5	22	19,5	12	18	16,5
Korrekturverlust 1. Jahr	2,5	6	0,5	2	1	-1,5
Korrekturverlust 2. Jahr	1	1	0	1	-	-
Korrekturverlust 3. Jahr	0,5	1	-	-	-	-
Korrekturverlust 4. Jahr	0	-	-	-	-	-

Tab. 33b: Operationsergebnisse der Nebenkrümmung in Prozent

OP-Jahr	1981	1982	1983/I	1983/II	1984	1985
OP-Methode	H	H	H	H-L	H-L	H-L
Präop. Korrektur	43	50	56,5	54	48	46,5
Intraop. Korrektur	-5	-1	-5	18	0	15
Gesamt- korrektur	48	54	47	66	56	58,5
Korrektur- verlust 1. Jahr	4	10	1	5	3	-1,5
Korrektur- verlust 2. Jahr	2,5	2	0	3	-	-
Korrektur- verlust 3. Jahr	1	2	-	-	-	-
Korrektur- verlust 4. Jahr	0	-	-	-	-	-

7. Ergebnisse der Operation nach Harrington (1982 und 1983/I) und der Kombination Harrington-Luque (1983/II und 1984) mit jeweils zusätzlicher Ventraler Derotations-Spondylodese (VDS)

13 der 84 untersuchten Patienten (15%) wurden zusätzlich zur Operation nach Harrington bzw. Harrington-Luque mit einer VDS versorgt. Diese Fälle mit dorsalem und ventralem Zugang wurden getrennt von den Operationen mit ausschließlich dorsalem Zugang betrachtet, da

- die Ergebnisse jeder Operationstechnik isoliert dargestellt werden sollten (die Ergebnisse der Nebenkrümmungen in Abschnitt 6 würden durch die Aufnahme von VDS-versorgten Krümmungen in das Kollektiv positiv verfälscht)
- eine Einflußnahme der vorausgegangenen VDS auf die Ergebnisse der Operation von dorsal nicht ausgeschlossen werden konnte bzw. verifiziert werden sollte
- die Indikation für eine zusätzliche VDS nur bei besonders gelagerten Fällen gestellt wurde.

Aufgrund der relativ seltenen Indikationsstellung sind die Fallzahlen der Operation mit zusätzlicher VDS gering und starken Schwankungen zwischen den einzelnen Operationsjahren unterworfen. Im betrachteten Zeitraum wurde 1981 und 1985 kein Patient mit einer zusätzlichen VDS versorgt. Die nachfolgenden Tabellen sollen deshalb der Darstellung, nur begrenzt dem unmittelbaren Vergleich der in den einzelnen Operationsjahren erreichten Operationsergebnisse dienen.

Die Ergebnisse der mit dem Harrington-Stab bzw. der Kombination Harrington-Luque und die mit der VDS versorgten Krümmungen sind in jeweils getrennten Tabellen aufgeführt. Beide Krümmungen sind hier als Hauptkrümmungen eingestuft und eine Einteilung nach Haupt- und Nebenkrümmung somit nicht möglich. Eine Zusammenfassung aller Krümmungen zu einer einzigen Gruppe würde jedoch die Bewertung der Operationsergebnisse, die im Hinblick auf das eingesetzte Operationsverfahren erfolgen soll, verfälschen bzw. unmöglich machen.

a) Operationsmethode

Der Zugang zur Wirbelsäule erfolgt bei der VDS über einen bogenförmigen Hautschnitt, in der Regel in Höhe der 10. Rippe des mit der Konvexität der Krümmung nach oben liegenden Patienten beginnend und sich bis zum Leistenband hinziehend. Die 10. Rippe wird dargestellt und reseziert. Der Retroperitonealraum wird eröffnet, das Peritoneum von der Unterfläche des Zwerchfells abgelöst und dieses bis zur Wirbelsäule durchtrennt. Die Segmentgefäße im Fusionsbezirk werden dargestellt und unterbunden. Die Bandscheiben werden in diesem Bereich reseziert und Winkelplatten mit Schrauben an der Wirbelkörperseitenfläche befestigt. Ein Gewinde-Kompressionsstab wird, nachdem er mit einer den Winkelplatten entsprechenden Anzahl von Muttern versehen wurde, in die Schlitzlöcher der Schraubenköpfe eingelegt und durch Anziehen eine Korrektur der Wirbelsäulenfehlstellung erreicht. In die leeren Zwischenwirbelräume wird bei Bedarf Knochenspan-Material eingelegt. Auf das soweit eingebrachte Instrumentarium wird der Derotator aufgesetzt und soweit möglich eine Derotation der Wirbelkörper durchgeführt. Dann erfolgt - unter fortlaufender Messung der evozierten Potentiale - die endgültige Korrektur der Krümmung. Mit dem Verschluss von Zwerchfell, Thorax und Retroperitonealraum wird die Operation beendet.

Die darauffolgende Versorgung der thorakalen Krümmung mit dem Harrington-Stab bzw. der Kombination Harrington-Luque wird in der Regel 1 bis 4 Wochen später vorgenommen.

Im Rahmen der VDS wurden in der Regel 4 Segmente versteift, die Operationszeit betrug im Mittel 225 Minuten, der Blutverlust 1014 ml.

b) Alter der Patienten

Tab. 34: Patientenalter zum Zeitpunkt der Operation in Jahren

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
82	H+VDS	14,5	13-15	12	16
83/I	H+VDS	16	13-16	13	16
83/II	H-L+VDS	15	-	-	-
84	H-L+VDS	15	14-20	14	20

c) Ausgangswinkel

Tab. 35: Ausgangswinkel der mit dem Harrington-Stab versorgten Krümmung in Grad Cobb

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
82	H+VDS	67,5	58-74	58	92
83/I	H+VDS	74	68-80	68	80
83/II	H-L+VDS	67	-	-	-
84	H-L+VDS	70	50-80	50	80

Tab. 36: Ausgangswinkel der VDS-versorgten Krümmung in Grad Cobb

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
82	H+VDS	53	45-60	45	64
83/I	H+VDS	70	52-91	52	91
83/II	H-L+VDS	63	-	-	-
84	H-L+VDS	76	64-83	64	83

Ein Vergleich der Mediane in den Tabellen 35 und 36 zeigt einen annähernd identischen Größenbereich der beiden hier vorliegenden Krümmungen. Die in Abschnitt II.2.c, S. 20, festgestellte Relation der Hauptkrümmung zur Nebenkrümmung von 3 : 2 ist somit nicht gegeben, wodurch die Gleichwertigkeit bzw. gleiche Schwere der beiden Krümmungen als Indikation für eine zusätzliche VDS zum Ausdruck kommt.

d) Ergebnisse der Operationen mit dorsalem Zugang (H, H-L)

In den Tabellen 37a bis 43b werden die Ergebnisse der mit dem Harrington-Stab bzw. der Kombination Harrington-Luque versorgten Krümmung aufgeführt:

Tab. 37a: Präoperative Korrektur der mit dem Harrington-Stab versorgten Krümmung in Grad Cobb

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
82	H+VDS	29	26-33	20	34
83/I	H+VDS	32	18-38	18	38
83/II	H-L+VDS	37	-	-	-
84	H-L+VDS	32	26-48	26	48

Tab. 37b: Präoperative Korrektur der mit dem Harrington-Stab versorgten Krümmung in Prozent

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
82	H+VDS	41	37-47	29	57
83/I	H+VDS	47	23-51	23	51
83/II	H-L+VDS	55	-	-	-
84	H-L+VDS	52	40-69	40	69

Tab. 38a: Intraoperative Korrektur der mit dem Harrington-Stab versorgten Krümmung in Grad Cobb

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
82	H+VDS	16	13-19	4	21
83/I	H+VDS	13	2-14	2	14
83/II	H-L+VDS	12	-	-	-
84	H-L+VDS	5	3-15	3	15

Tab. 38b: Intraoperative Korrektur der mit dem Harrington-Stab versorgten Krümmung in Prozent

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
82	H+VDS	21,5	21-23	7	32
83/I	H+VDS	18	3-19	3	19
83/II	H-L+VDS	18	-	-	-
84	H-L+VDS	7	4-30	4	30

Tab. 39a: Gesamtkorrektur der mit dem Harrington-Stab versorgten Krümmung in Grad Cobb

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
82	H+VDS	46,5	35-48	31	53
83/I	H+VDS	40	32-45	32	45
83/II	H-L+VDS	49	-	-	-
84	H-L+VDS	41	35-53	35	53

Tab. 39b: Gesamtkorrektur der mit dem Harrington-Stab versorgten Krümmung in Prozent

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
82	H+VDS	61,5	53-72	50	79
83/I	H+VDS	54	40-66	40	66
83/II	H-L+VDS	73	-	-	-
84	H-L+VDS	76	44-82	44	82

Tab. 40: Postoperativer Winkel der mit dem Harrington-Stab versorgten Krümmung in Grad Cobb

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
82	H+VDS	26,5	18-35	12	39
83/I	H+VDS	34	23-48	23	48
83/II	H-L+VDS	18	-	-	-
84	H-L+VDS	17	9-45	9	45

Tab. 41a: Korrekturverlust der mit dem Harrington-Stab versorgten Krümmung im 1. postoperativen Jahr in Grad Cobb

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
82	H+VDS	2	0 - 5	-1	6
83/I	H+VDS	6	(-1)- 8	-1	8
83/II	H-L+VDS	2	-	-	-
84	H-L+VDS	0	(-5)- 6	-5	6

Tab. 41b: Korrekturverlust der mit dem Harrington-Stab versorgten Krümmung im 1. postoperativen Jahr in Prozent

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
82	H+VDS	3	0 - 7	-2	7
83/I	H+VDS	8	(-1)-11	-1	11
83/II	H-L+VDS	3	-	-	-
84	H-L+VDS	0	(-5)- 6	-5	6

Tab. 42a: Korrekturverlust der mit dem Harrington-Stab versorgten Krümmung im 2. postoperativen Jahr in Grad Cobb

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
82	H+VDS	0	(-1)- 1	-3	1
83/I	H+VDS	-4	(-8)- 3	-8	3
83/II	H-L+VDS	0	-	-	-

Tab. 42b: Korrekturverlust der mit dem Harrington-Stab versorgten Krümmung im 2. postoperativen Jahr in Prozent

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
82	H+VDS	0	(-2)- 1	-4	1
83/I	H+VDS	-5	(-11)- 4	-11	4
83/II	H-L+VDS	0	-	-	-

Tab. 43a: Korrekturverlust der mit dem Harrington-Stab versorgten Krümmung im 3. postoperativen Jahr in Grad Cobb

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
82	H+VDS	0	(-2)- 1	-3	3

Tab. 43b: Korrekturverlust der mit dem Harrington-Stab versorgten Krümmung im 3. postoperativen Jahr in Prozent

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
82	H+VDS	0	(-3)- 1	-4	5

e) Ergebnisse der Ventralen Derotations-Spondylodese

Die Tabellen 44a bis 49b zeigen die Ergebnisse der mit einer Ventralen Derotations-Spondylodese versorgten lumbalen Krümmung:

Tab. 44a: Präoperative Korrektur der VDS-versorgten Krümmung in Grad Cobb

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
82	H+VDS	27,5	21-36	14	39
83/I	H+VDS	34	29-40	29	40
83/II	H-L+VDS	35	-	-	-
84	H-L+VDS	46	42-49	42	49

Tab. 44b: Präoperative Korrektur der VDS-versorgten Krümmung in Prozent

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
82	H+VDS	53,5	43-61	28	69
83/I	H+VDS	56	37-57	37	57
83/II	H-L+VDS	56	-	-	-
84	H-L+VDS	61	59-66	59	66

Tab. 45a: Intraoperative Korrektur der VDS-versorgten Krümmung
in Grad Cobb

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
82	H+VDS	7,5	7-17	2	18
83/I	H+VDS	9	3-37	3	37
83/II	H-L+VDS	20	-	-	-
84	H-L+VDS	16	11-17	11	17

Tab. 45b: Intraoperative Korrektur der VDS-versorgten Krümmung
in Prozent

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
82	H+VDS	16	11-28	4	32
83/I	H+VDS	17	4-41	4	41
83/II	H-L+VDS	32	-	-	-
84	H-L+VDS	21	13-27	13	27

Tab. 46a: Gesamtkorrektur der VDS-versorgten Krümmung in Grad Cobb

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
82	H+VDS	37	28-46	22	53
83/I	H+VDS	43	38-71	38	71
83/II	H-L+VDS	55	-	-	-
84	H-L+VDS	60	59-62	59	62

Tab. 46b: Gesamtkorrektur der VDS-versorgten Krümmung in Prozent

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
82	H+VDS	72,5	62-73	44	88
83/I	H+VDS	73	61-78	61	78
83/II	H-L+VDS	87	-	-	-
84	H-L+VDS	82	72-92	72	92

Tab. 47a: Korrekturverlust der VDS-versorgten Krümmung
im 1. postoperativen Jahr in Grad Cobb

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
82	H+VDS	5,5	1- 7	-2	11
83/I	H+VDS	6	3-16	3	16
83/II	H-L+VDS	4	-	-	-
84	H-L+VDS	3	3- 6	3	6

Tab. 47b: Korrekturverlust der VDS-versorgten Krümmung
im 1. postoperativen Jahr in Prozent

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
82	H+VDS	11,5	2-16	-3	20
83/I	H+VDS	12	4-18	4	18
83/II	H-L+VDS	6	-	-	-
84	H-L+VDS	4	4- 9	4	9

Tab. 48a: Korrekturverlust der VDS-versorgten Krümmung
im 2. postoperativen Jahr in Grad Cobb

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
82	H+VDS	0	(-5)- 2	-5	2
83/I	H+VDS	-2	(-9)-(-1)	-9	-1
83/II	H-L+VDS	1	-	-	-

Tab. 48b: Korrekturverlust der VDS-versorgten Krümmung
im 2. postoperativen Jahr in Prozent

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
82	H+VDS	0	(-11)- 3	-11	4
83/I	H+VDS	-3	(-10)-(-2)	-10	-2
83/II	H-L+VDS	2	-	-	-

Tab. 49a: Korrekturverlust der VDS-versorgten Krümmung
im 3. postoperativen Jahr in Grad Cobb

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
82	H+VDS	0,5	(-1)- 1	-2	1

Tab. 49b: Korrekturverlust der VDS-versorgten Krümmung
im 3. postoperativen Jahr in Prozent

OP-Jahr	OP-Methode	Median	95% VG	Min.	Max.
82	H+VDS	1	(-2)- 2	-3	2

8. Ergebnisse der Operation nach Luque

a) Operationsmethode

Auf die Entwicklung dieser Methode wurde bereits in Abschnitt I.1., S. 2, eingegangen. Der Zugang zum Operationsgebiet erfolgt in der für die Operation nach Harrington-Luque angegebenen Weise. Die Ligamenta flava werden eingeschnitten, die Drähte im gesamten Versteifungsbezirk um die Laminae geschlungen (beidseitig), ein vorgebogener Luque-Stab wird zuerst konvexseitig eingebracht und unter Kontrolle der evozierten Potentiale verdrahtet, wodurch die Korrektur der Krümmung erfolgt. Dann wird der konkavseitige Stab eingelegt und ebenfalls paraspinal verdrahtet. Nach Aufbringen von Spongiosa und schichtweisem Wundverschluß wird die Operation beendet.

Bei den beiden im betrachteten Zeitraum durchgeführten Operationen wurden jeweils 13 Segmente versteift, die Operationszeit betrug im Mittel 193 Minuten, der Blutverlust 3933 ml.

b) Indikationsstellung

KAISSER et al. (1983) sehen als Indikation für die Operation nach der Luque-Originalmethode

- mangelnde Knochenfestigkeit (Osteoporose)
- problematische Immobilisierung, u.a. bei Muskeldystrophie, Poliomyelitis, neuromuskulären Erkrankungen, geistig Behinderten, Anfallsleiden
- Myelomeningocele
- Kyphose.

GRISS (1983) wendet die Originalmethode von Luque bei Lähmungsskoliosen mit lumbosakraler Beteiligung an. Die Indikation hält er auch für gegeben, wenn eine postoperative Gips- und Korsettbehandlung nicht oder nur sehr eingeschränkt möglich ist, u.a. bei Patienten mit eingeschränkter cerebraler Funktion.

Auch HERRING und WENGER (1982) stellen die Indikation für die Operation nach Luque vor allem in den Fällen, in denen eine postoperative Ruhigstellung unmöglich erscheint.

ALLEN und FERGUSON (1982) sehen dagegen keinen Anwendungsbereich mehr für die Operation nach Harrington oder eine Operation mit ventralem Zugang und verwenden bei allen Skolioseoperationen die Originalmethode von Luque mit zwei paraspinal angepaßten Metallstäben und beidseitig segmental um die Wirbelbögen geschlungenen Drähten.

Im betrachteten Zeitraum wurde an der Orthopädischen Klinik der Universität München zweimal die Indikation zu einer Operation nach der Luque-Originalmethode gestellt. Es handelte sich dabei im Operationsjahr 1984 um ein 13-jähriges Mädchen mit perinataler Gehirnschädigung, Tetraspastik aufgrund einer Suprabulbärparese, schwerer geistiger Behinderung und einem Anfallsleiden. Im Operationsjahr 1985 wurde die Indikation bei einem ebenfalls 13-jährigen Mädchen mit spastischer Hemiparese, geistiger Retardierung und akuter lymphatischer Leukämie (Vollremission) gestellt.

c) Ergebnisübersicht

Nachfolgend sind die Operationsergebnisse der Operation nach Luque für jedes Operationsjahr, d.h. für jede Patientin, in Grad Cobb und Prozent aufgeführt. Bei beiden Patientinnen war die Skoliose zweibogig mit einer thorakalen Haupt- und einer lumbalen Nebenkrümmung.

Tab. 50: Ergebnis der Operation nach Luque im Jahr 1984

	Hauptkrümmung	Nebenkrümmung
Ausgangswinkel	60°	21°
Gesamtkorrektur	27° (45%)	2° (10%)
Postop. Winkel	33°	19°
Korrekturverlust im 1. Jahr	1° (2%)	4° (19%)

Tab. 51: Ergebnis der Operation nach Luque im Jahr 1985

	Hauptkrümmung	Nebenkrümmung
Ausgangswinkel	84°	40°
Präop. Korrektur	37° (44%)	26° (65%)
Intraop. Korrektur	14° (17%)	10° (25%)
Gesamtkorrektur	51° (61%)	36° (90%)
Korrekturverlust im 1. Jahr	5° (6%)	1° (2,5%)

d) Komplikationen

Bei der Patientin des Jahres 1984 wurden keine Komplikationen beobachtet.

Bei der Patientin des Operationsjahres 1985 trat postoperativ ein Pleuraerguß auf, der jedoch ohne Folgen für den weiteren postoperativen Verlauf war. Eine Stabrotation mit Perforation durch die Haut am proximalen Stabende war Anlaß für eine Stabverkürzung und Wundrevision. Es wurde keine Systemlockerung festgestellt. Weitere Komplikationen wurden danach nicht mehr beobachtet.

Als spezifischen Nachteil der Operation nach Luque bzw. auch der sublaminaeren Drähte bei der Kombination Harrington-Luque wird von KAISSER (1983) die epidurale Lage der Drähte und damit auch die Möglichkeit von Verletzungen der Dura, des Rückenmarks oder epiduraler Gefäße angesehen.

THOMPSON (1985) gibt neurologische Komplikationen in 17% der Fälle an. LUQUE (1977) selbst hält die Komplikationsrate im Vergleich zu anderen Methoden nicht für erhöht.

Der Blutverlust ist nach KAISSER (1983) und THOMPSON (1985) bei der Luque-Originalmethode signifikant höher als bei der Operation nach Harrington.

e) Literaturübersicht

Eine Übersicht über Operationsergebnisse mit der Luque-Originalmethode gibt Tabelle 52 auf S. 71. Die Ätiologien der Skoliosen in den genannten Studien sind gemischt, vorherrschend sind jedoch neuropathische Skoliosen.

Tab. 52: Operation nach Luque - Literaturübersicht

	ALLEN, FERGUSON (1981)	HERRING, WENGER (1982)	LUQUE (1977)	MATZEN (1984/85)	THOMPSON (1985)
Fallzahl	61	10	42	2	20
Alter (Jahre)	18,9	13	-	13	19
Ausgangswinkel °	-	75	74	72	59
Gesamtkorrektur °	-	30	51,8	39	28
%	53,2	40,1	70	53	48
Korrekturverlust °	-	7	3,6	3	-
%	-	9,3	4,8	4	-

9. Komplikationen im Gesamtkollektiv (N=84)

Einen Überblick über die aufgetretenen prä-, intra- und postoperativen Komplikationen im untersuchten Patientengut gibt die nachfolgende Tabelle 53:

Tab. 53: Komplikationen im Gesamtkollektiv (N=84)

		n	%
<u>präoperativ:</u>	Parästhesien bei Extension	2	2
	Suicidversuch	1	1
<u>intraoperativ:</u>	Hakenausriß	2	2
	Pneumothorax	1	1
	Hämatothorax	2	2
<u>postoperativ:</u>			
- neurologisch	Miktionsunvermögen	2	2
	Cast-Syndrom	1	1
	Radikuläre Läsion mit Beinschwäche	2	2
	Passagere Lähmungserscheinungen	1	1
- Instrumentenfehler	Perforation des Stabes durch die Haut	1	1
	Hakenausriß proximal	3	4
	mit Stabblockierung	1	1
	Stabbruch mit Pseudarthrose	1	1
- sonstige	Wundinfektion mit Fistelbildung	3	4
	Lungenembolie	1	1
	Thrombose	2	2

In Einzelfällen wurden postoperativ Symptome einer Pneumonie, streßbedingten erosiven Gastritis, Pankreatitis, eines paralytischen Ileus sowie eines Pleuraergusses beobachtet. Aufgrund der jeweils schwachen Ausprägung wurde jedoch die Rekonvaleszenz der Patienten nicht negativ beeinflußt. Die genannten Symptome konnten hier nicht als Komplikation im eigentlichen Sinn angesehen werden.

Der in Tabelle 53 als präoperative Komplikation angegebene Suicidversuch wurde im Operationsjahr 1981 von einem 13-jährigen Mädchen unternommen, das, so berichtete es im Rahmen einer psychiatrischen Konsiluntersuchung zur Feststellung der Operationsfähigkeit, unter erheblicher Angst vor dem Eingriff litt. Es kam hinzu, daß sie schwerwiegenden familiären Belastungen (Scheidung der Eltern) ausgesetzt war. Bemerkenswert ist, daß die Patientin außerdem eine soziale Isolierung ("Verlust der Freunde") aufgrund des postoperativ 1 Jahr lang zu tragenden Gipskorsetts befürchtete.

Ob in solchen Fällen bei den derzeit gegebenen Operationstechniken eine weitere Indikation für die Operation nach Luque mit der Möglichkeit der gipsfreien postoperativen Versorgung zu sehen ist könnte individuell diskutiert werden.

Im gesamten Patientengut wurden 2 intraoperative und 4 postoperative Hakenaurisse beobachtet. Der Altersmedian bei allen Patienten mit aufgetretenen Hakenaurissen lag bei 17,5 Jahren und damit geringfügig über dem Altersmedian im Gesamtpatientengut (15 Jahre).

Ein Stabbruch wurde in einem Fall festgestellt. Er trat zusammen mit einer Pseudarthrose auf, wobei sich anamnestisch Hinweise auf schwere körperliche Arbeit in der Zeit vor der Diagnosestellung ergaben. Die Häufigkeit des Stabbruchs wird von BAUER (1979) mit 4,4% angegeben. Die Pseudarthrose-Rate beträgt nach McMASTER und JAMES (1976) bei Harrington-Operationen 6,4 %. HERRING et al. (1982) berichten in ihrer Studie bei Verwendung der Kombination Harrington-Stab mit Luque-Drähten von 4 Pseudarthrose-Fällen (13,3%).

LUQUE (1981) stellte bei einem Patientenkollektiv mit neuro-pathischen Skoliosen, die er nach der von ihm entwickelten Originalmethode operiert hatte, in 4,8 Prozent der Fälle eine Pseudarthrose fest.

Eine Pseudarthrose wird in der Regel angenommen, wenn ein Korrekturverlust von mindestens 10 Grad Cobb auftritt. Die Meinungen verschiedener Autoren gehen darin jedoch weit auseinander. Ergänzende Hinweise können nach MATZEN (1983) der Nachweis einer Unterbrechung der Spanstraße im Röntgenbild oder ein entsprechender Szintigraphiebefund (STÜRZ, MATZEN, 1981) liefern. DICKSON und HARRINGTON (1973) diagnostizieren eine Pseudarthrose erst bei einem Korrekturverlust von mehr als 20 Grad Cobb.

Neurologische Störungen, die aufgrund von prä- und intraoperativen korrigierenden Maßnahmen auftreten können, sind bei der operativen Therapie der Skoliose, bei der starke Dehnungskräfte auftreten können, besonders gefürchtet. Sie können auf Läsionen des Rückenmarks, der Hirn- oder peripherer Nerven oder auch der versorgenden Gefäße zurückzuführen sein. Um intraoperative Läsionen sofort erkennen zu können, wurde im Jahr 1982 an der Orthopädischen Klinik der Universität München die fortlaufende Überwachung der Integrität des Rückenmarks mittels somatosensorisch evozierter Potentiale eingeführt (MATZEN, BREITNER, EBNER, SPRINGER, 1984). Auch BRADSHAW et al. (1984) bestätigen, daß es damit möglich ist, neurologische Schäden in einem frühen Stadium zu erkennen und gegebenenfalls z.B. durch Verringerung der Extensionskraft sofort zu beheben.

Zu einer Wundinfektion mit Fistelbildung kam es im vorliegenden Krankengut in 4 Prozent der Fälle, wobei nach BAUER (1979) die Infektionsrate bei Harrington-Instrumentation allgemein zwischen 0 und 10 Prozent schwankt. In 2 Fällen wurde *Pseudomonas aeruginosa*, in einem anderen *Proteus mirabilis* als Erreger ermittelt. Eine Wundrevision mußte bei einer Patientin vorgenommen werden.

Eine Thrombektomie wurde bei einer 17-jährigen Patientin durchgeführt, bei der es am 17. postoperativen Tag zu einer tiefen Beckenvenenthrombose mit Verschluß der Vena iliaca communis gekommen war.

Bei Skoliose-Operationen kann wegen des relativ hohen Blutverlustes in der Regel nicht auf die Transfusion von Blut verzichtet werden. Um die Nachteile der homologen Transfusion (Krankheitsübertragung, Transfusionsunverträglichkeit, Immunisierung u.a.) einzugrenzen, wurde die intraoperative Autotransfusion mittels des Cell-savers eingesetzt (HANSEN, 1985). Zusätzlich wurden durch präoperative Blutabnahmen autologe Erythrozytenkonzentrate gewonnen und für die Operation aufbewahrt. Diese Maßnahmen, zusammen mit der isovolämischen Hämodilution (MARTIN, OTT, 1981) und der kontrollierten Hypotension, wie sie MANDEL (1981) beschreibt, ermöglichten es, daß bei der dorsalen Spindylodese in über einem Drittel der Fälle eine homologe Bluttransfusion mit ihren vielfältigen Risiken vermieden werden konnte (HANSEN, POLLWEIN, HEIM, MATZEN, 1984).

III. Vergleich der Operation nach Harrington mit der Kombination Harrington-Luque

1. Operationsmethoden

Auf die technische Neuerung der Kombination Harrington-Luque im Vergleich zur Operation nach Harrington wurde in Abschnitt II.6.a, S. 27 bzw. I.1., S. 2 eingegangen. Weiterhin wurde festgestellt, daß die Operationszeit bei Verwendung der Kombination Harrington-Luque um durchschnittlich 14 Minuten (7%) auf 217 Minuten anstieg (Operation nach Harrington: 203 Minuten). Parallel dazu wurde eine Erhöhung des intraoperativen Blutverlustes um 12 Prozent beobachtet.

2. Patientengut

Im betrachteten Zeitraum wurde in 29 Fällen das Harrington-Instrumentarium verwendet, die neu eingeführte Operationsmethode mit der Kombination Harrington-Stab und Luque-Drähte in 40 Fällen.

Das Alter der Patienten betrug bei der Operation nach Harrington 15 Jahre, bei Harrington-Luque 16 Jahre.

Der Ausgangswinkel war hier mit 60,5 Grad Cobb um rund 11 Prozent niedriger als bei den Patienten, die ausschließlich mit dem Harrington-Stab versorgt wurden (67 Grad Cobb).

3. Operationsergebnisse

In den Tabellen 54 und 55 sind für die Haupt- bzw. Nebenkrümmung die Operationsergebnisse der beiden Kollektive so zusammengefaßt, daß ein unmittelbarer Vergleich ermöglicht wird. In Abbildung 22 werden die Unterschiede in der Zusammensetzung der Gesamtkorrektur verdeutlicht.

Tab. 54: Vergleich der Operationsergebnisse nach Harrington mit der Kombination Harrington-Luque - Hauptkrümmung - in Grad Cobb und Prozent

		Operation nach Harrington				Kombination Harrington-Luque			
		Median	95% VG	Min.	Max.	Median	95% VG	Min.	Max.
Alter	Jahre	15	11- 32	4	47	16	13- 28	12	29
Ausgangswinkel	°Cobb	67	50-102	46	115	60,5	43-108	31	120
Präop. Korrektur	°Cobb	28	14- 42	12	48	28	15- 40	2	50
	%	44	16- 59	10	63	44,5	19- 63	2	65
Intraop. Korrektur	°Cobb	5	(-1)- 29	-7	51	11	(-3)- 32	-3	34
	%	9	(-1)- 25	-10	50	17,5	(-5)- 39	-10	45
Gesamtkorrektur	°Cobb	38	20- 53	18	63	37,5	22- 62	17	68
	%	55	37- 69	20	71	63	37- 75	33	75
Postop. Winkel	°Cobb	29	17- 64	17	70	21,5	14- 58	13	75
Korr.verlust 1.Jahr	°Cobb	2	(-5)- 8	-5	10	1	(-10)- 13	-13	14
	%	3	(-7)- 12	-10	13	2	(-15)- 16	-17	29
Korr.verlust 2.Jahr	°Cobb	0	(-5)- 6	-5	6	1*	(-3)- 1	-4	2
	%	0	(-6)- 10	-9	10	1*	(-4)- 2	-9	4

* Ergebnis des Operationsjahres 1983

Tab. 55: Vergleich der Operationsergebnisse nach Harrington mit der Kombination Harrington-Luque - Nebenkrümmung - in Grad Cobb und Prozent

	Operation nach Harrington				Kombination Harrington-Luque			
	Median	95% VG	Min.	Max.	Median	95% VG	Min.	Max.
Ausgangswinkel	46	30-80	26	82	41,5	22-70	21	74
Präop. Korrektur	24	15-40	8	48	22	7-35	-3	36
%	52	31-67	27	78	47	14-77	-9	77
Intraop. Korrektur	-2	(-12)-10	-13	13	4	(-10)-18	-17	31
%	-4	(-22)-24	-29	31	9,5	(-27)-43	-47	44
Gesamtkorrektur	22	15-34	11	55	24	7-42	-2	52
%	50	35-69	23	69	57	26-86	-6	89
Postop. Winkel	24	14-37	10	53	17	5-36	3	38
Korr.verlust 1.Jahr	3	(-1)-13	-2	13	0,5	(-5)-9	-25	9
%	7	(-3)-25	-4	26	1	(-14)-26	69	28
Korr.verlust 2.Jahr	1	(-6)-2	-11	5	1*	(-3)-2	-3	3
%	2	(-15)-4	-16	7	3*	(-12)-6	-14	8

* Ergebnis des
Operationjahres 1983

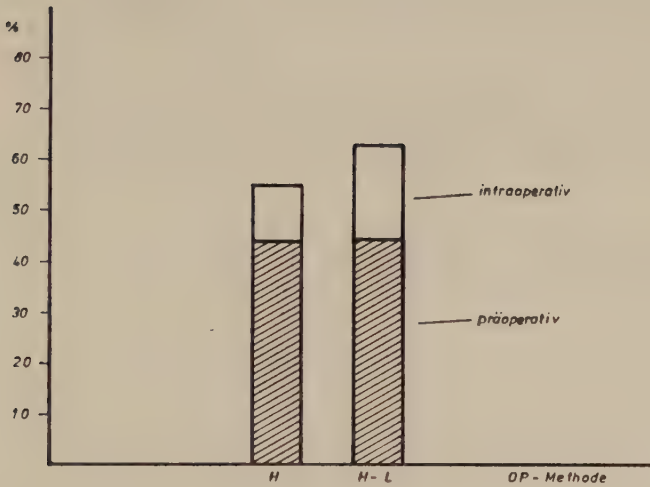


Abb. 22: Vergleich der Operation nach Harrington mit der Kombination Harrington-Luque: Anteile der prä- und intraoperativen Korrektur an der Gesamtkorrektur

4. Komplikationen

Im betrachteten Zeitraum wurde im Vergleich zum Kollektiv der nur mit dem Harrington-Stab versorgten Patienten keine Komplikation beobachtet, die unmittelbar auf die zusätzliche Verwendung von Luque-Drähten bei der Kombination Harrington-Luque zurückgeführt werden konnte. Der Anteil der neurologischen Komplikationen war gegenüber früheren Jahren nicht erhöht.

Die Art der jeweils aufgetretenen Komplikationen wird in Abschnitt IV.3., S. 83, für die Operation nach Harrington, in Abschnitt V.4., S. 87 für die Kombination Harrington-Stab mit Luque-Drähten erläutert.

IV. Vergleich von Studien über Ergebnisse der Operation nach
Harrington: MATZEN 1976 - 1980 (nach FRIEDRICH, 1983) und
MATZEN 1981 - 1983/I

1. Patientengut

Im Kollektiv der Operationsjahre 1976 - 1980 betrug der Altersmedian 14 Jahre. Der jüngste Patient war 11, der älteste 21 Jahre alt. In den Jahren 1981 - 1983/I war der Altersmedian mit 15 Jahren fast identisch, der jüngste Patient war dagegen 4, der älteste 47 Jahre alt. Der Anteil der Mädchen lag in beiden Kollektiven bei 90 Prozent. Geringfügig verringert hat sich der Anteil der als "idiopathisch" eingestuften Skoliosen - von 89,5 Prozent auf 86 Prozent.

Annähernd gleich sind die Ausgangswinkel geblieben: 67 Grad Cobb in den Jahren 1981-83/I gegenüber 68,5 Grad (1976-80) bei der Haupt-, 46 Grad gegenüber 50 Grad bei der Nebenkrümmung.

Hier sowie in der nachfolgenden Tabelle 56 wurden - um identische Operationsmethoden zu vergleichen - aus der Studie MATZEN 1981 - 1985 nur Krümmungen aus dem Kollektiv der nach der Original Harrington-Methode operierten Patienten (in den Jahren 1981 - 1983/I) herangezogen. Die Ergebnisse der Operationsjahre 1983/II - 1985, in denen ausschließlich die Kombination Harrington-Stab mit Luque-Drähten eingesetzt wurde, wird im nachfolgenden Kapitel dem Vergleich mit einer anderen Studie (GRISS, JANI) unterzogen.

In die Auswertung des Kollektivs 1976 - 1980 gingen außerdem auch die Ergebnisse von 10 Fällen ein, in denen die Sekundärkrümmung zusätzlich mit einer VDS versorgt, aber nicht getrennt ausgewertet wurde, wie dies im Kollektiv 1981 - 1985 der Fall war.

2. Operationsergebnisse

Die Gegenüberstellung der Operationsergebnisse beider Kollektive erfolgt in Tabelle 56:

Tab. 56: Operation nach Harrington: Gegenüberstellung der Studien MATZEN 1976 - 1980 und MATZEN 1981 - 1983/I - Hauptkrümmung - in Grad Cobb und Prozent

	MATZEN 1976 - 1980 (N=68)					MATZEN 1981 - 1983/I (n=29)				
	Median	95% VG	Min.	Max.		Median	95% VG	Min.	Max.	
Ausgangswinkel °Cobb	69	65- 76	44	140		67	50-102	46	115	
Präop. Korrektur °Cobb	30	24- 30	8	50		28	14- 42	12	48	
%	40	37- 45	8	63		44	16- 59	10	63	
Intraop. Korrektur °Cobb	7	5- 9	-10	26		5	(-1)- 29	-7	51	
%	10	8- 13	-17	28		9	(-1)- 25	-10	50	
Gesamtkorrektur °Cobb	36	31- 38	14	55		38	20- 53	18	63	
%	50	47- 53	14	76		55	37- 69	20	71	
Postop. Winkel °Cobb	35	30- 42	12	84		29	17- 64	17	70	
Korr.verlust 1.Jahr °Cobb	2	1- 3	-5	17		2	(-5)- 8	-5	10	
%	3	2- 4	-6	21		3	(-7)- 12	-10	13	
Korr.verlust 2.Jahr °Cobb	2	1- 3	-3	8		0	(-5)- 6	-5	6	
%	3	1- 4	-2	12		0	(-6)- 10	-9	10	

3. Komplikationen

In der nachfolgenden Tabelle 57 sind die in beiden Kollektiven beobachteten Komplikationen in ihrer absoluten und prozentualen Häufigkeit gegenübergestellt. Die Pseudarthrose im Kollektiv der Jahre 1981 - 1983/I trat zusammen mit einem Stabbruch auf. Der Patient gab an, in der Zeit vor der Feststellung des Stabbruchs beim Bau seines Hauses körperlich schwer gearbeitet zu haben.

Tab. 57: Komplikationen in den Kollektiven MATZEN 1976 - 1980 und MATZEN 1981 - 1983/I

Komplikation	1976 - 1980	1981 - 1983/I
Hämatothorax	1 (1,5%)	1 (3,5%)
Lungenembolie	- -	1 (3,5%)
Cast-Syndrom	- -	1 (3,5%)
Stabbruch	4 (6%)	1 (3,5%)
Pseudarthrose	1 (1,5%)	1 (3,5%)

4. Literaturübersicht

In Tabelle 58 sind die Operationsergebnisse verschiedener Autoren, die das Harrington-Instrumentarium verwendeten, angegeben. Ein präziser Vergleich erscheint jedoch aufgrund unterschiedlicher Ätiologie-Zusammensetzungen der Studien, Bestimmungsmethoden der Parameter und Bewertungsgrundlagen nur begrenzt möglich.

Tab. 58: Operation nach Harrington - Literaturübersicht

	BAUER (1978)	FABRY (1979)	LEIDER (1973)	MATZEN (76-80)	MATZEN (81-83)	PIGGOT (1976)	SCHEIER (1973)	SULLIVAN (1982)*
Fallzahl	70	48	106	68	29	103	47	19
Pat.alter	-	16	15,4	14	15	-	15	-
Ausg.winkel °	73	64	55,38	69	67	59	81	66
Ges.korrektur °	39	27	30,5	36	38	26	44,55	22
%	52	42	55,45	50	55	44	55	40
Postop.Winkel °	35	-	24,88	35	29	33	36,45	-
Korr.verlust °	5	4	5	2	2	7,6	9,7	7,1
(1.Jahr) %	6,8	10,8	9	3	3	12	12	28

* ausschließlich
neuropathische Skoliosen

V. Vergleich von Studien über Ergebnisse der Kombination

Harrington-Luque: GRISS, JANI (1984) und MATZEN 1983/II - 1985

1. Operationsmethoden

In Bezug auf das operative Vorgehen herrscht weitgehende Übereinstimmung zwischen den beiden Operateuren. Die durchschnittliche Anzahl der versteiften Segmente und der verwendeten Luque-Schlaufen sowie Operationszeiten und Blutverlust sind der Tabelle 59 zu entnehmen:

Tab. 59: Vergleich von Operationsdaten

	GRISS, JANI	MATZEN
Versteifte Segmente	11 (2-12)	13 (6-16)
Luque-Schlaufen	6 (2-12)	9 (3-11)
Operationszeit (Min.)	130	217
Blutverlust (ml)	1150	3525

GRISS und JANI stellten keine wesentliche Derotation der Wirbelkörper durch die Luque-Drähte fest. Im Operationsgut von MATZEN wurde in 2 Fällen eine Derotation des Scheitelwirbels von Grad 2 auf Grad 1, in 3 Fällen von Grad 2 auf Grad 1,5 (nach Moe) gesehen. Dies bedeutet eine erkennbare Derotation in 12,5 Prozent der Fälle.

2. Patientengut

Ein Vergleich von Alter und Geschlecht der Patienten in den beiden Studien geht aus Tabelle 60 hervor:

Tab. 60: Vergleich von Alter und Geschlecht

	GRISS, JANI	MATZEN
Alter (Jahre)	18 (10-35)	16 (12-29)
weiblich	23 (74%)	30 (75%)
männlich	8 (26%)	10 (25%)

Im Operationsgut von GRISS und JANI befanden sich 19 idiopathische Skoliosen (61%), in dem von MATZEN 36 (90%).

3. Operationsergebnisse

Ein Vergleich der Operationsergebnisse in den beiden Studien kann anhand von Tabelle 61 vorgenommen werden. Von GRISS und JANI wurde angegeben, daß in ihrer Studie keine über eine Meßfehlerbreite von plus oder minus 5 Grad Cobb hinausgehenden Korrekturverluste beobachtet wurden.

Tab. 61: Gegenüberstellung der Studien von GRISS, JANI (1984) und MATZEN 1983/II - 1985

	GRISS, JANI (n=31)			MATZEN (n=40)		
	Mittel	Min.	Max.	Median	Min.	Max.
Ausgangswinkel °Cobb	70	40	120	60,5	31	120
Gesamtkorrektur °Cobb	-	-	-	37,5	17	68
%	49,7	28	73	63	33	75
Postop. Winkel °Cobb	35	15	80	21,5	13	75
Korr.verlust °Cobb	-	-	-	1	-13	14
(1.Jahr) %	-	-	-	2	-17	29

4. Komplikationen

GRISS und JANI geben als Komplikation einen tiefen Wundinfekt mit Fistelbildung an, der zur Entfernung des Instrumentariums nach Festigung der Spondylodese führte und so geheilt werden konnte. An neurologischen Störungen wurde eine folgenlos ausheilende monoradikuläre Nervenirritation postoperativ beobachtet. Mechanische, instrumentell bedingte Komplikationen wie z.B. Hakenausrisse wurden nicht gesehen.

Im Kollektiv MATZEN 1983/II- 1985 wurden zwei Wundinfektionen mit Fistelbildung gesehen, die jedoch während des postoperativen stationären Aufenthaltes folgenlos ausheilten. Neurologisch wurden zwei radikuläre Läsionen sowie eine passagere Lähmungserscheinung aufgrund einer Rückenmarksschwellung beobachtet. Die neurologischen Störungen heilten im postoperativen Verlauf aus. Ein Hakenausriß wurde intraoperativ einmal, postoperativ dreimal gesehen.

5. Literaturübersicht

Tabelle 62 enthält die Operationsergebnisse verschiedener Autoren, die die Kombination Harrington-Stab mit Luque-Drähten einsetzten. Für die Möglichkeit einer direkten Vergleichbarkeit gelten auch hier die unter IV.4., S. 83, angegebenen Einschränkungen.

Tab. 62: Kombination Harrington-Stab mit Luque-Drähten - Literaturübersicht

	GRISS, JANI (1984)	HERRING, WENGER (1982)	MATZEN 1983/II- 1985	REFIOR, STÜRZ (1986)	THOMPSON et al. (1985)
Fallzahl	31	30	40	21	66
Alter (Jahre)	18	12,5	16	-	20
Ausgangswinkel °Cobb	70	65	60,5	72	59
Gesamtkorrektur °Cobb	-	-	37,5	-	-
%	49,7	45,1	63	48	46
Postop. Winkel °Cobb	35	36	21,5	-	31
Korr.verlust °Cobb	-	3,5	1	-	-
%	-	-	2	-	-

VI. Diskussion

Die graphische Darstellung der erzielten Gesamtkorrekturen (vgl. Abb. 16 und 17, S. 40) und der resultierenden postoperativen Winkel zeigt - mit Ausnahme der ersten Hälfte des Operationsjahres 1983 - eine kontinuierliche Verbesserung der Operationsergebnisse im untersuchten Kollektiv MATZEN der Jahre 1981 - 1985. Ein erster Vergleich innerhalb des Kollektivs weist darauf hin, daß diese positive Entwicklung unter Berücksichtigung der im jeweiligen Operationsjahr veränderten Faktoren als Produkt einer konsequenten Fortentwicklung der operativen Technik verstanden werden könnte. Hier ist vor allem die zusätzliche Verwendung von Luque-Drähten ab der 2. Hälfte des Jahres 1983 und eine hinsichtlich des Krümmungswinkels etwas früher einsetzende Indikationsstellung hervorzuheben (vgl. Abb. 10, S. 30).

Auch der Vergleich mit anderen Autoren (siehe Tab. 58, S. 84 und Tab. 62, S. 88) zeigt bei den Operationen nach Harrington einen geringfügig niedrigeren, bei den Operationen nach Harrington-Luque einen um ca. 10 Grad Cobb niedrigeren Ausgangswinkel im Kollektiv MATZEN. GRISS und JANI (1984) sowie REFIOR und STÜRZ (1986) berichten über einen Ausgangswinkel von 70 Grad bzw. 72 Grad Cobb, im Kollektiv MATZEN dagegen betrug er 60,5 Grad, bei THOMPSON et al. (1985) jedoch ebenfalls nur 59 Grad Cobb.

Die Existenz eines Zusammenhangs zwischen dem Ausgangswinkel und der erzielten Gesamtkorrektur scheint durch die Tatsache bestätigt zu werden, daß - zumindest im Kollektiv der allein nach Harrington operierten Patienten - die Gesamtkorrektur mit größer werdendem Ausgangswinkel in den drei verglichenen Bereichen kontinuierlich abnimmt (vgl. Tab. 20, S. 42 und Abb. 18, S. 44). Auch BAUER (1979) beobachtete diesen Zusammenhang.

Für das Kollektiv der mit der Kombination Harrington-Luque versorgten Patienten muß einschränkend hinzugefügt werden, daß die Gesamtkorrektur im Bereich von 60 Grad bis 90 Grad geringfügig höher lag als in der Gruppe bis 60 Grad.

Ebenfalls verändert hat sich im betrachteten Zeitraum auch das Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation. Ein Einfluß dieses Faktors auf das Behandlungsergebnis ist insofern erkennbar, als die erzielte Gesamtkorrektur in der Gruppe der weniger als 17 Jahre alten Patienten sowohl bei der Operation nach Harrington als auch bei der Kombination Harrington-Luque um 4 Prozent bzw. 6 Prozent höher liegt als in der Gruppe der über 17-jährigen.

Ein Blick auf Abb. 9 bzw. Tab. 9, S. 29, verdeutlicht, daß im vorliegenden Patientengut das durchschnittliche Alter zum Operationszeitpunkt im Zeitraum zwischen 1981 und 1985 annähernd kontinuierlich von 13 Jahren auf 17 Jahre anstieg und parallel dazu die erzielte Gesamtkorrektur wie oben bereits erwähnt ebenfalls anstieg.

Dieser scheinbare Widerspruch ließe den Schluß zu, daß zum einen vermehrt ältere Patienten mit gleichzeitig aber weniger schweren Skoliosen einer Operation zugeführt wurden. Zum anderen besteht die Möglichkeit, daß bei einer angenommenen Verschlechterung der zu erzielenden Gesamtkorrektur mit ansteigendem Patientenalter diese negative Tendenz von sonstigen, die Gesamtkorrektur verbessernden Faktoren wie z.B. der Einführung der Luque-Drähte maskiert bzw. aufgehoben wurde. Weiterhin wäre möglich, daß im vorliegenden Patientengut keine Abhängigkeit besteht.

In einer Studie von BAUER (1979) wurden statistisch keine Unterschiede im Behandlungsergebnis in Abhängigkeit vom Alter nachgewiesen.

Auch der in der hier vorliegenden Untersuchung festgestellte prozentuale Unterschied in den erzielten Gesamtkorrekturen konnte statistisch nicht als signifikant verifiziert werden. Ein Vergleich zeigt, daß das Patientenalter zum Operationszeitpunkt im Kollektiv MATZEN mit 16 Jahren im Mittelfeld einer Altersspanne liegt, in der von anderen Autoren die Indikation zur Operation gestellt wird. So wurde von HERRING und WENGER (1982) ein Alter von 12,5 Jahren, von THOMPSON et al. (1985) ein Alter von 20 Jahren angegeben (vgl. Tab. 62, S. 88). Damit sind auch die Unterschiede in der von den einzelnen Autoren angegebenen Gesamtergebnissen - HERRING und WENGER (1982) 45,1 Prozent, THOMPSON et al. (1985) 46 Prozent, MATZEN 63 Prozent - durch das Patientenalter allein sicher nicht hinreichend zu erklären.

Neben allen anderen die Gesamtkorrektur beeinflussenden Faktoren liegt eine besondere Rigidität der Krümmung und damit eine generelle verminderte Korrigierbarkeit nicht nur bei älteren Patienten vor. Vielmehr wird sie unter anderem auch von der Ätiologie der Skoliose beeinflusst. Die Korrigierbarkeit von kongenitalen Skoliosen wird von BAUER (1979) als deutlich geringer im Vergleich zu idiopathischen Skoliosen bezeichnet. Hier ist zu erwähnen, daß im Patientengut von HERRING und WENGER (1982) überwiegend neuropathische, in dem von THOMPSON et al. (1985) ausschließlich idiopathische Skoliosen vorliegen, während bei MATZEN sowie GRISS und JANI (1984) die Ätiologien gemischt waren - jedoch mit einem überwiegenden idiopathischen Anteil.

Ein weiterer Vergleich innerhalb des untersuchten Patientengutes zeigt, daß ein wesentlicher Faktor für die positive Weiterentwicklung der Operationsergebnisse die zusätzliche

Verwendung von Luque-Drähten zu sein scheint. Nach übereinstimmender Auffassung verschiedener Autoren wie GRISS und JANI (1984), REFIOR und STÜRZ (1986) sowie HERRING und WENGER (1982) stieg damit die Stabilität des implantierten Systems signifikant an. Zugleich schien eine subtotale Korrektur der Krümmung möglich zu werden.

In der vorliegenden Studie erhöhte sich die intraoperative Korrigierbarkeit der Krümmung mit der Verwendung von Luque-Drähten von 9 Prozent auf rund 17 Prozent, während die in der präoperativen Extensionsbehandlung zu erzielende Korrektur mit rund 44 Prozent sowohl im Kollektiv der ohne als auch der mit zusätzlichen Luque-Drähten versorgten Krümmungen nahezu konstant blieb. Ein Zusammenhang zwischen dem Anstieg der Gesamtkorrektur und der Verwendung der Kombination Harrington-Luque ist demnach anzunehmen.

Aus diesem und dem bereits oben genannten Grund der höheren Stabilität hat die Kombination des Harrington-Stabs mit Luque-Drähten die klassische Harrington-Methode bereits abgelöst.

Unterschiedliche Vorgehensweisen gibt es jedoch noch in der Anzahl der verdrahteten Segmente: HERRING und WENGER (1982) verdrahteten jeden Wirbelkörper der gesamten Versteifungsstrecke, während THOMPSON et al. (1985) im Durchschnitt nur 5 Wirbelbögen mit Luque-Drähten versahen. Anfangs wurden von ihnen nur am Scheitelwirbel, später auch an den den Befestigungshaken des Stabes benachbarten Wirbeln sublaminär Drähte befestigt. REFIOR und STÜRZ (1986) fixierten ebenfalls durchschnittlich 5 Segmente. GRISS und JANI (1984) platzierten anfangs nur 3 bis 4 Schlaufen in der Nähe des Scheitelwirbels, später jedoch Schlaufen an allen Wirbeln, die eine deutliche Rotation zeigten. Dabei wurden durchschnittlich 6 Luque-Drähte platziert.

Im Kollektiv MATZEN wurden bei im Durchschnitt 13 versteiften Segmenten 9 Luque-Drähte eingebracht.

Die Anzahl der verwendeten Drähte ist nach KAISER (1983) insofern von Bedeutung, als diese dazu beitragen, die korrigierenden Kräfte gleichmäßig auf viele Segmente zu verteilen und damit extreme Belastungen, wie sie an den beiden Harrington-Endhaken auftreten, zu vermeiden. Zudem läßt sich die nach der Implantation des Harrington-Stabes, d.h. die nach erfolgter Distraction verbliebene Restkrümmung, die in den meisten Fällen unter 44 Grad Cobb liegen wird, besser mit transversalen Kräften korrigieren. Diese Kräfte werden durch die Luque-Drähte ausgeübt. Bei unter 44 Grad Cobb liegenden Winkeln wird das korrigierende Moment transversaler Kräfte nach WENGER et al. (1982) größer als das von distrahierenden Kräften. Im weiteren Verlauf wird es um so größer, je kleiner der jeweils zu korrigierende Winkel wird. Daraus ist zu schließen, daß eine Aufteilung des Restwinkels nach Distraction auf möglichst viele einzelne kleine Winkel, die segmentweise jeweils mit einem Luque-Draht korrigiert werden, die beste korrigierende Wirkung ermöglicht.

Bei dieser Operationstechnik, bei der an jedem verdrahteten Segment transversale Korrekturkräfte angreifen, stellt nach THOMPSON et al. (1985) vor allem die aus der Dehnung resultierende Gefahr einer Ischämie des Rückenmarks und der Nervenwurzeln den limitierenden Faktor für die Korrektur dar, da die technischen Voraussetzungen für eine subtotale Korrektur der Krümmung gegeben sind. Im hier untersuchten Patientengut wurde diese Komplikation nicht gesehen.

Der in der vorliegenden Studie deutlich werdende Anstieg der intraoperativen Korrektur bei Verwendung von Luque-Drähten könnte auf die ausgeführten biomechanischen Besonderheiten des Systems Harrington-Luque zurückgeführt werden.

Abgesehen von der Zahl der verwendeten Drähte ist das Ausmaß der intraoperativen Korrektur und der erreichten Derotation nach WENGER et al. (1982) auch von der Größe des vom Operateur beim Anziehen der Drähte eingesetzten transversalen Momentes und der Reihenfolge der Verdrahtung abhängig. Eine signifikante Derotation wird ihren Angaben zufolge in der Praxis nur selten erreicht.

Im untersuchten Kollektiv MATZEN wurde eine Derotation des Scheitelwirbels bei 12,5 Prozent der Fälle gesehen (vgl. S. 85). GRISS und JANI (1984) berichten, daß sie keine wesentliche Derotation der Wirbelkörper durch die Luque-Drähte feststellten.

Unterschiedlich wird auch die mit der Kombination Harrington-Luque vor allem aufgrund der vermehrten Anzahl von Befestigungspunkten erzielte Stabilität bewertet. Dies hat quantitativ unterschiedliche postoperative Verfahrensweisen zur Folge. Hier ist anzumerken, daß WENGER et al. (1982) bei biomechanischen Untersuchungen mit der Kombination Harrington-Luque eine höhere Stabilität vor allem für die Beugung nach vorne feststellen konnten. Für axial komprimierende Kräfte dagegen ergab sich die Kombination Harrington-Stab mit Kompressionsinstrumentarium und Querkzug als stabilste Lösung. Hinsichtlich der Rotation erzielte dieses System, das in den Jahren 1981 bis 1983 im vorliegenden Patientengut überwiegend verwendet wurde (vgl. S. 25), in etwa gleich gute Resultate wie die neue Kombination Harrington-Luque. Der singuläre Harrington-Stab ohne weiteres Instrumentarium zeigt bei allen Belastungsuntersuchungen der genannten Autoren mit Abstand die schlechtesten Ergebnisse. Er sollte, da er im hier untersuchten Patientengut nur in einem Fall verwendet wurde, nicht als Grundlage für eine (damit zu positive) Beurteilung der Stabilität der Kombination Harrington-Luque herangezogen werden.

HERRING und WENGER (1982) versorgten ihre Patienten für wenigstens 9 Monate mit Gipskorsetten, während GRISS und JANI (1984) die postoperative Ruhigstellung von anfangs 12 Monaten auf 9 und dann 6 Monate reduzierten. Begründung für diese Verkürzung war die von den Autoren beobachtete schnellere Durchbauung der Spondylodesemasse, die sie auf die hohe Stabilität der Kombination Harrington-Luque zurückführten. Die 6-monatige Korsettbehandlungszeit wird dabei als "vertretbarer Kompromiß mit hohem Sicherheitspotential" angesehen. Nachteile durch die kürzere Ruhigstellung wurden nicht beobachtet.

REFIOR und STÜRZ (1986) begrenzen die postoperative Orthesenfixation ebenfalls auf 9 Monate. THOMPSON et al. (1985) halten eine postoperative Immobilisierung mittels Gipskorsett für die Dauer von 6 bis 8 Monaten für angebracht.

Die Patienten der vorliegenden Studie MATZEN wurden in der Regel nach wie vor für 12 Monate mit einem Gipskorsett versorgt. Diese Zurückhaltung gegenüber einer Verkürzung der postoperativen Ruhigstellung trägt nicht zuletzt der bereits oben zitierten Studie von WENGER et al. (1982) Rechnung, wonach die oftmals als Argument angeführte höhere Stabilität der Kombination Harrington-Luque sehr differenziert beurteilt werden muß.

Hier darf nicht der Eindruck entstehen, daß die mit Verwendung der Drahtschlingen deutlich verbesserte Möglichkeit zur Korrektur zwangsläufig auch eine Erhöhung der Stabilität für alle Bewegungsrichtungen und gegenüber allen bisher verwendeten Instrumentierungskombinationen mit sich bringt. Nicht zuletzt hat LUQUE (1982) den Harrington-Stab mit Luque-Schlingen wieder verlassen, weil er, allerdings bei völlig gips- und korsettfreier Nachbehandlung, zu viele das Operationsergebnis gefährdende Komplikationen sah.

Festzustellen bleibt aber, daß sich mit Verwendung der Kombination Harrington-Luque ein deutlicher Trend zur kürzer andauernden postoperativen Ruhigstellung abzeichnet.

Pseudarthrosen wurden in den vorliegenden Arbeiten weder von GRISS und JANI (1984) und REFIOR und STÜRZ (1986) noch von THOMPSON et al. (1985) beobachtet.

Auch im Kollektiv MATZEN wurde bei den mit Harrington-Luque versorgten Patienten keine derartige Komplikation festgestellt. Über Pseudarthrosen bei Verwendung der Kombination Harrington-Luque wird dagegen von HERRING und WENGER (1982) berichtet. Dabei sind allerdings die eher seltenen Ätiologien der Skoliosen zu berücksichtigen: 2 Patienten mit traumatischer Paraplegie und vorausgegangener ausgedehnter Laminektomie, ein 13,5 Jahre alter Junge mit Riley-Day-Syndrom, der nicht sehr lange zum Tragen seines Korsetts zu bewegen war und unter anderem 4 Monate postoperativ von einem Garagendach heruntersprang sowie ein geistig retardiertes Mädchen.

Mit durchschnittlich 21,5 Grad Cobb ist der verbliebene postoperative Krümmungswinkel im hier untersuchten Kollektiv MATZEN bei Verwendung der Kombination Harrington-Luque als außerordentlich gering anzusehen.

Von GRISS und JANI (1984) wird ein verbliebener Winkel von 35 Grad angegeben, von HERRING und WENGER (1982) 36 Grad und von THOMPSON et al. (1985) 31 Grad Cobb.

Dieser erzielte niedrige postoperative Winkel, der nicht zuletzt für den Patienten das - weil sichtbare - Maß für den Erfolg der Operation darstellt, muß nach Durchsicht der vorliegenden Arbeiten als Produkt der im untersuchten Kollektiv erreichten guten Gesamtkorrektur angesehen werden, wobei diese wiederum das Resultat mehrerer an anderer Stelle besprochener Einflußfaktoren darstellt.

Darüber hinaus darf dieser niedrige postoperative Winkel auch als Bestätigung einer Indikationsstellung zur Operation zum richtigen Zeitpunkt verstanden werden.

Der niedrige erzielte Krümmungswinkel konnte im weiteren postoperativen Verlauf erhalten werden: Der durchschnittlich gesehene Korrekturverlust betrug im 1. Jahr 1 Grad Cobb oder 2 Prozent.

HERRING und WENGER (1982) gehen in ihrer Studie einen Korrekturverlust von 3,5 Grad Cobb oder 5,4 Prozent des Ausgangswinkels an, allerdings bei einem präoperativ um 4,5 Grad höheren Krümmungswinkel und einem Patientengut, bei dem der Anteil der idiopathischen Skoliosen wesentlich geringer und der der Lähmungsskoliosen sowie der Patienten mit Neurofibromatose deutlich höher liegt. Die Prognose von Skoliosen bei Neurofibromatose ist nach BAUER (1979) als relativ schlecht einzustufen.

Anzumerken ist hier auch, daß HERRING und WENGER (1982) jeden Wirbel der gesamten Versteifungsstrecke verdrahteten.

Im Kollektiv MATZEN war die Anzahl der verdrahteten Segmente im Vergleich zu anderen Autoren erhöht. Da diese erhöhte Zahl verdrahteter Segmente mit einer vergleichsweise höheren Gesamtkorrektur und einem minimalen Korrekturverlust einhergeht kann davon ausgegangen werden, daß die Gesamtkorrektur und die postoperative Stabilität des Systems mit der Zahl der verdrahteten Segmente zunehmen.

Hingewiesen werden soll im Zusammenhang mit der Analyse des Korrekturverlustes nochmals auf die oben erwähnten Unterschiede in der postoperativen Gips-Ruhigstellung, die im Kollektiv MATZEN durchschnittlich um 3 Monate länger andauerte.

Letztlich muß auch hier festgestellt werden, daß der erzielte niedrige Korrekturverlust wohl am ehesten als Produkt vieler

einzelner, die Gesamtkorrektur und den Gesamtverlauf in ihrer Summe positiv beeinflussender Faktoren wie etwa Ätiologie, Ausgangswinkel, Korrekturkräfte und Nachsorge anzusehen ist. Diese Faktoren gilt es individuell zu optimieren, um die mit der Kombination Harrington-Luque für möglich gehaltene und teilweise bereits erzielte subtotale Korrektur der Krümmung zu erreichen und zu erhalten.

Eingegangen werden soll hier weiterhin auf die Auswirkungen der Kombination Harrington-Luque auf die Nebenkrümmung, die bei anderen Autoren allerdings keine Erwähnung finden: Im vorliegenden Patientengut wurde beobachtet, daß sich mit Verwendung der zusätzlichen Luque-Drähte die intraoperative Korrektur der Nebenkrümmung von -4 Prozent auf 9,5 Prozent steigerte, der Korrekturverlust im 1. postoperativen Jahr sich im Vergleich zu dem nur mit dem Harrington-Instrumentarium versorgten Kollektiv von 7 Prozent auf 1 Prozent verringerte (bei annähernd gleichem Ausgangswinkel).

Als Ursache für diese Verbesserung der Operationsergebnisse kann nach Überprüfung der veränderten Faktoren wohl am ehesten die Verwendung von Luque-Drähten bei gleichzeitiger Erweiterung der Fusionsstrecke um 1 Segment geltend gemacht werden.

In diesem Zusammenhang wird von COCHRAN et al. (1983) zu bedenken gegeben, daß nach der Harrington-Operation die Fälle von Lumbalgie mit Abnahme der Anzahl an verbleibenden prä-sacralen Bewegungssegmenten deutlich zunehmen. Dies wurde im hier untersuchten Patientengut jedoch nicht beobachtet.

Unterschiedliche Standpunkte existieren ebenso in der Frage der präoperativen Extensionsbehandlung, die im untersuchten Patientengut sowohl als Prophylaxe gegen neurologische

Störungen wie auch zur Auflockerung der Krümmung im Vorfeld größer werdender intraoperativer Korrekturmöglichkeiten durchgeführt wurde.

GRISS und JANI (1984) dagegen gehen davon aus, daß die mit der Operation nach Harrington-Luque angewandten Korrekturkräfte die Sofort-Operation ohne zeitlich aufwendige Vorlockerung erlauben und setzen nur bei Skoliosen mit Winkeln größer als 75 Grad eine Extension mittels Halo-Ring zur Vorbereitung ein. Bei diesem Vorgehen wurde von den Autoren in ihrem Patientengut kein neurologischer Ausfall gesehen, mit Ausnahme einer postoperativen monoradikulären Nervenirritation. Die Kombination Harrington-Luque wird von ihnen vielmehr als "potentiell weniger komplikationsträchtig" in Bezug auf neurologische Irritationen bezeichnet.

Auch REFIOR und STÜRZ (1986) konnten keine zusätzlichen Risiken gegenüber dem ursprünglichen Harrington-Verfahren feststellen, wenn sie auch auf die Gefahr der Dura-Verletzung oder der Blutung aus verletzten epiduralen Gefäßen hinweisen.

THOMPSON et al. (1985), die über eine Verletzung des Rückenmarks in 2 Fällen (3 Prozent) berichten, weisen darauf hin, daß die Zahl der aufgetretenen neurologischen Komplikationen sich höher als erwartet darstellt. Der wesentlichste Risikofaktor ist ihrer Meinung nach die geringe Erfahrung eines Operators beim sublaminären Manipulieren der Drähte.

Ebenso macht KAISER (1983) eindringlich auf diese Problematik aufmerksam und gibt wie HERRING und WENGER (1982) zu bedenken, daß die Vorteile der zusätzlichen Stabilität und Korrektur sorgsam gegen das mit der Zahl der Drähte ansteigende Risiko auftretender neurologischer Komplikationen aufgewogen werden müssen.

Im Kollektiv MATZEN wurden keine auf die Verwendung der Luque-Drähte zurückzuführenden neurologischen Komplikationen beobachtet.

Auf die Möglichkeit zur intraoperativen Früherkennung neurologischer Störungen mittels somatosensorisch evozierter Potentiale, wie sie an der Orthopädischen Klinik der Universität München seit 1982 durchgeführt wird, wurde bereits an anderer Stelle eingegangen (vgl. S. 74).

Diese Methode des permanenten intraoperativen Monitoring der Rückenmarksfunktion bedeutet auch BAUER (1984) zufolge einen deutlichen Fortschritt für die intraoperative neurologische Kontrolle bei Skolioseoperationen.

THOMPSON et al. (1985) sind der Meinung, daß die Wichtigkeit der kontinuierlichen intraoperativen Überwachung der Funktion des Rückenmarks, besonders während des Einbringens und Straffens der sublaminaeren Drähte, nicht genug betont werden kann.

Hingewiesen werden soll an dieser Stelle ebenso auf die vielfältigen Bemühungen, die Zahl homologer Bluttransfusionen und die damit verbundenen Risiken für die jugendlichen Patienten im Rahmen der Skolioseoperation einzugrenzen (vgl. S. 75). Aktuelle Diskussionen, zum Beispiel um die Übertragung des HIV, unterstreichen die Notwendigkeit und Richtigkeit dieser Maßnahmen.

Besonderer Erwähnung bedarf die Stellung der Indikation zur Operation nach der Luque-Originalmethode, d.h. mit zwei paravertebralen Luque-Stäben und ohne Harrington-Distraktionsstab, die im Kollektiv MATZEN in den Jahren 1981 bis 1985 nur in 2 Fällen gegeben war.

Dies hebt jedoch die Besonderheiten hervor, die bei der Indikationsstellung beachtet und von Luque selbst unterstrichen wurden, als er dieses Instrumentarium primär für die Verhältnisse in Mexiko-City konstruierte: Die Verwendung für Patienten,

bei denen keine postoperative Ruhigstellung möglich war - sei es aus sozialen oder aus medizinischen Gründen wie etwa im Falle von geistig und/oder körperlich behinderten Patienten. Auf die darüber hinaus zu sehenden wenigen Indikationen wurde bereits auf S. 67 eingegangen.

Auch GRISS und JANI (1984) sowie BAUER (1984) sehen die Problematik der erschwerten postoperativen Ruhigstellung als primäre Indikation zur Operation nach Luque an.

Für ALLEN und FERGUSON (1982) dagegen ist die Operation nach Harrington durch die Operation nach Luque abgelöst worden. Sie verwenden die Luque-Originalmethode für alle Patienten. Aufgrund der erhöhten primären Stabilität erübrigt sich nach Meinung der Autoren bei diesen Patienten auch eine postoperative Korsettversorgung.

Im Gegensatz dazu berichten HERRING und WENGER (1982) über 6 Patienten ohne postoperative Ruhigstellung, wobei in 2 Fällen ein signifikanter Korrekturverlust beobachtet wurde. Unter Berücksichtigung dieser Probleme empfehlen HERRING und WENGER (1982) in ihrer Studie eine postoperative Ruhigstellung nach der Luque-Operation bei mittelgradigen Kyphoskoliosen. Unabhängig davon geben die beiden Operateure aus Dallas zu bedenken, daß noch vielfältige Erfahrungen notwendig sind um verbindliche Richtlinien für eine gefahrlose Nachbehandlung ohne Immobilisation formulieren zu können.

VII. Zusammenfassung

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden die Operationsergebnisse von 84 Patienten, bei denen in den Jahren 1981 bis 1985 eine operative Therapie der Skoliose durchgeführt worden war, erfaßt und ausgewertet.

Ziel der Untersuchung war die getrennte Ergebnisdarstellung der fünf angewendeten Operationsmethoden, die Analyse des Patientengutes, das zum überwiegenden Teil aus im Durchschnitt 15-jährigen Mädchen mit einer idiopathischen Skoliose und einem Krümmungswinkel von 65 Grad Cobb bestand, sowie der Vergleich des im Jahr 1983 neu eingeführten Operationsverfahrens "Harrington-Stab mit Luque-Drähten" (segmental wiring) mit der in den Jahren zuvor durchgeführten Operation nach "Harrington" ohne sublaminiäre Drahtschlaufen im Hinblick auf die Ergebnisse und die Komplikationsrate.

Es wurde festgestellt, daß sich mit Verwendung der Kombination Harrington-Luque die durchschnittlich erzielte Korrektur von 55 Prozent auf 63 Prozent erhöhte. Dabei blieb der Anteil der präoperativen Korrektur mit rund 44 Prozent nahezu konstant, während sich die intraoperative Korrektur von 9 Prozent auf rund 17 Prozent erhöhte.

Das mit dieser Kombination erzielte Korrekturergebnis führte zu einem im Vergleich mit anderen Autoren als niedrig zu bezeichnenden postoperativen Krümmungswinkel von durchschnittlich 21,5 Grad Cobb und erwies sich mit einem minimalen Korrekturverlust von 1 Grad (2 Prozent) im 1. postoperativen Jahr als haltbar.

Der entsprechende Wert bei der Operation nach Harrington lag bei 29 Grad Cobb, der Korrekturverlust im 1. postoperativen Jahr betrug 3 Prozent.

Bei 13 Patienten mit gleichwertiger thorakaler und lumbaler Krümmung wurde letztere zusätzlich mit einer Ventralen Derotations-Spondylodese (VDS) versorgt.

Bei 2 Patienten mit neuropathischer Skoliose wurde die Operation nach der Luque-Originalmethode (Luque-rod instrumentation) als indiziert angesehen.

Mit 45 Prozent und 61 Prozent lagen die Ergebnisse im Rahmen der von anderen Autoren angegebenen Gesamtkorrektur.

Der Korrekturverlust im 1. postoperativen Jahr entsprach - ohne postoperative Ruhigstellung - dem von E.R. Luque selbst beobachteten Wert von rund 4 Prozent.

Das verbesserte Gesamtergebnis bei der operativen Therapie der Skoliose wird im Rahmen der vorliegenden Studie als Produkt mehrerer sich gleichzeitig positiv auswirkender Faktoren, wie günstige Wahl des Operationszeitpunktes im Hinblick auf den Ausgangswinkel sowie die Verwendung von Luque-Drähten und deren adäquate Implantation, angesehen.

Eine Erhöhung der Komplikationsrate durch die Verwendung von Luque-Drähten konnte sowohl bei der Kombination mit dem Harrington-Distraktionsstab als auch bei der Luque-Originalmethode nicht festgestellt werden.

VIII. Literaturverzeichnis

- ALLEN, B.L., Jr., FERGUSON, R.L.: The Galveston Technique for L Rod Instrumentation of the Scoliotic Spine. Spine 7, 276, 1982
- The Place for Segmental Instrumentation in the Treatment of Spine Deformity - Part I. Scoliosis. Orthop.Trans. 5, 433, 1981
- BAUER, R.: Die operative Behandlung der Skoliose. Aktuelle Probleme in Chirurgie und Orthopädie. Bd. 11, Huber, Bern, 1979
- Die operative Behandlung von Skoliosen und Kyphosen. Wien. klin.Wschr. 90, 401, 1978
- BAUER, R., ERSCHBAUMER, H.: Die operative Behandlung der Skoliose. Med.Orthop.Tech. 3, 87, 1984
- BEALS, R.K.: Nosologic and Genetic Aspects of Scoliosis. Clin.Orthop. 93, 23, 1973
- BRADFORD, D.S., NOREEN, H., HALLGREN, H.M., YUNIS, E.J.: Histocompatibility Determinants in Idiopathic Scoliosis. Clin.Orthop. 123, 261, 1977
- BRADSHAW, K., WEBB, J.K., FRASER, A.M.: Clinical Evaluation of Spinal Cord Monitoring in Scoliosis Surgery. Spine 9, 636, 1984
- BROOKS, H.L., AZEN, S.P., GERBERG, E., BROOKS, R., CHAN, L.: Scoliosis: A Prospective Epidemiological Study. J.Bone Jt. Surg. 57-A, 968, 1975

- CHIPAULT, A.: Un traitement nouveau du mal de Pott; les ligatures apophysaires. Med.mod., VII, 465, Paris, 1896
- COBB, J.R.: Scoliosis Quo vadis. J.Bone Jt.Surg. 40-A, 507, 1958
- COCHRAN, T., IRSTAM, L., NACHEMSON, A.: Long-Term Anatomic and Functional Changes in Patients with Adolescent Idiopathic Scoliosis Treated by Harrington Rod Fusion. Spine 8, 576, 1983
- CONNOCK, S.H.G., ARMSTRONG, G.W.D.: A Transverse Loading-System Applied to a Modified Harrington Instrumentation. 5. Ann. Meet.Scol.Res.Soc. 1970. J.Bone Jt.Surg. 53-A, 194, 1971
- COTREL, Y.: A New Technique of Correction and Fusion. Israel J.of Med.Sciences 9, 759, 1973
- COTTA, H.: Orthopädie. 4.Aufl., Thieme, Stuttgart, 1984
- DICKSON, J.H., HARRINGTON, P.R.: The Evolution of the Harrington Instrumentation Technique in Scoliosis. J.Bone Jt. Surg. 55-A, 993, 1973
- DWYER, A.F., NEWTON, N.C., SHERWOOD, A.A.: An Anterior Approach to Scoliosis. Clin.Orthop. 62, 192, 1969
- EDELMANN, P., GUPTA, D.: Hormonuntersuchungen bei idiopathischen Skoliosen. Z.Orthop. 112, 836, 1974
- ENDLER, FOCHEM, WEIL: Orthopädische Röntgendiagnostik. Thieme, Stuttgart, 1984

- FABER, A.: Untersuchungen über die Erbllichkeit der Skoliose.
Arch.Orthop.Chir. 36, 217, 1936
- FABRY, G.: Operative Treatment of Adolescent Idiopathic
Scoliosis with Follow-up Study of the Postoperative
Physical and Social Status. Arch.Orthop.Traumat.Surg. 96,
287, 1979
- FAUCHET, M.R.: Traitement chirurgical des Scolioses. Rev.
Lyonnaise de med. 17, 415, 1968
- FRIEDRICH, B.: Die Skolioseoperation an der Orthopädischen
Klinik der Universität München in den Jahren 1976-1980.
Eine Langzeituntersuchung von 68 Fällen, die mit dem
Harrington-Instrumentarium operiert wurden. Inaug.
Dissertation, Ludwig-Maximilians-Univ. München, 1983
- GHOSH, P., BUSHELL, G.R., TAYLOR, T.K.F., PEARCE, R.H.,
GRIMMER, B.J.: Distribution of Glycosaminoglycans across
the normal and the scoliotic disc. Spine 5, 310, 1980
- GREULICH, W.W., PYLE, T.R.: Radiographic atlas of skeletal
development of the hand and wrist. Oxford University Press,
London, 1958
- GRISS, P.: Dorsale Aufrichtungsoperationen der Skoliose mit
segmentaler Stabilisierung. 32. Tagung der Gesellschaft
für Orthopädie der DDR - 4. Gemeinschaftssymposium DDR/CSSR,
Erfurt, 1986

- GRISS, P., JANI, L.: Die operative Behandlung der Skoliose nach Harrington in Kombination mit der segmentalen Querstabilisierung durch Luque-Cerclagen (Op. nach Harrington-Luque). Frühergebnisse der ersten 31 eigenen Fälle. Z.Orthop. 122, 847, 1984
- HADRA, B.E.: Wiring of the vertebrae as a means of immobilization in fracture and Pott's disease. Times and Reg., N.Y. and Phila., 423, 1891
- HANSEN, E.: Persönliche Mitteilung, 1985
- HANSEN, E., POLLWEIN, B., HEIM, M., MATZEN, K.A.: Präoperative Eigenblutspende und intraoperative Autotransfusion bei Skolioseoperationen. Dtsch. Anästhesie-Kongress, Wiesbaden, 1984
- HARRINGTON, P.R.: Treatment of Scoliosis. J.Bone Jt.Surg. 44-A, 591, 1962
- HERRING, J.A., WENGER, D.R.: Segmental Spinal Instrumentation. A Preliminary Report of 40 Consecutive Cases. Spine 7, 285, 1982
- HIBBS, R.A.: An Operation for Progressive Spinal Deformities. New York Med.J. 93, 1013, 1911
- JAMES, J.I.P.: Curve Patterns and Prognosis in idiopathic Scoliosis. In: Post-Graduate Course on the Management and care of the Scoliosis Patient, 1971
- Paralytic Scoliosis. J.Bone Jt.Surg. 38-B, 660, 1956
 - Two curve Patterns in idiopathic structural scoliosis. J.Bone Jt.Surg. 33-B, 399, 1951

- KAISSEER, P., KEIM, H.A., ROYE, D., GÖRDES, W.: Das Prinzip der dorsalen Spondylodese nach Luque. In: HACKENBROCH, M.H., REFIOR, H.-J., JÄGER, M.: Biomechanik der Wirbelsäule - Ergebnisse praxisbezogener Grundlagenforschung - 5. Münchner Symposium für experimentelle Orthopädie. Thieme, Stuttgart, 156, 1983
- LANGE, M.: Die versteifenden Wirbelsäulenoperationen, ihr Anwendungsgebiet und ihre Technik. Chirurg 27, 412, 1956
- LEIDER, L.L., MOE, J.H., WINTER, R.B.: Early Ambulation after the Surgical Treatment of Idiopathic Scoliosis. J.Bone Jt.Surg. 55-A, 1003, 1973
- LUQUE, E.R.: The Anatomic Basis and Development of Segmental Spinal Instrumentation. Spine 7, 256, 1982
- Segmental spinal instrumentation for correction of scoliosis. Clin.Orthop. 163, 192, 1982
 - Segmental Spinal Instrumentation in the Treatment of Paralytic Scoliosis. Orthop.Trans. 5, 409, 1981
- LUQUE, E.R., CARDOSO, A.: Segmental Correction of Scoliosis with Rigid Internal Fixation - Preliminary Report. Orthop. Trans. 1, 136, 1977
- MANDEL, R.J., BROWN, M.D., MCCOLLOUGH, N.C., PALLARES, V., VARLOTTA, R.: Hypotensive Anesthesia and Autotransfusion in Spinal Surgery. Clin.Orthop. 154, 27, 1981
- MARTIN, E., OTT, E.: Extreme Hemodilution in the Harrington Procedure. Biblthca haemat. 47, 322, Karger, Basel, 1981

- MATZEN, K.A.: Ergebnisse der operativen Skoliosebehandlung an der Orthopädischen Klinik München - Eine Studie der Jahre 1973-1977. Z.Orthop. 121, 292, 1983
- Persönliche Mitteilung, 1986
- MATZEN, K.A., BREITNER, S., EBNER, A., SPRINGER, H.-H.: Somatosensorisch evozierte Potentiale bei Eingriffen an der Wirbelsäule. Z.Orthop. 122, 83, 1984
- MATZEN, P.F., SCHOLBACH, M.: Zur konservativen und operativen Skoliosentherapie. Beitr.Orthop.Traumatol. 7, 1, 1960
- MAU, H.: Die Ätiopathogenese der Skoliose. Enke, Stuttgart, 1982
- McMASTER, M.J., JAMES, J.I.P.: Pseudarthrosis after Spinal Fusion for Scoliosis. J.Bone Jt.Surg. 58-B, 305, 1976
- MEZNIK, F.: Zur Indikation der dorsalen Spondylodese bei Skoliosen. Wiener Klin.Wschr. 83, 89, 1971
- MILACHOWSKI, K.A., MATZEN, K.A.: Mineral- und Spurenelementbestimmungen bei der idiopathischen Skoliose. Z.Orthop. 122, 90, 1984
- MORSCHER, E.: Möglichkeiten und Grenzen der Methode nach Harrington in der operativen Skoliosebehandlung. Arch. orthop. Unfall-Chir. 70, 136, 1971

- NACHEMSON, A.L.: Ätiopathogenetische Hypothesen der idiopathischen Skoliosen. Vortrag am Internat. Skoliose-Symposium zur Verhütung der Skoliose in der Schule, Rom, 1981
- A long Term follow-up Study of untreated Scoliosis. 3. Meeting, American Scoliosis Research Society 1968, J.Bone Jt.Surg. 51-A, 203, 1969
- NILSSONNE, U., LUNDGREN, K.D.: Long Term Prognosis in Idiopathic Scoliosis. Acta Orthop.Cand. 39, 456, 1968
- O'BRIEN, J.P.: The Incidence of Scoliosis in Oswestry. In: Scoliosis, 1979, by ZORAB, P.A. und SIEGLER, D.
- PEYER, J.: Die Skoliose beim Erwachsenen. 61. Tagung der D.G.O.T., 1974
- PIGGOT, H.: Treatment of Scoliosis by Posterior Fusion, Harrington Instrumentation and Early Walking. J.Bone Jt.Surg. 58-B, 58, 1976
- PONSETI, I.V., PEDRINI, V., DORMAN, S.: Biochemical analysis of intervertebral discs in idiopathic scoliosis. J.Bone Jt.Surg. 54-A, 1793, 1972
- PONSETI, I.V., PEDRINI, V., WYNNE-DAVIES, R., DUVAL-BEAUPRERE, G.: Pathogenesis of scoliosis. Clin.Orthop. 120, 268, 1976
- POUS, J.G., DIMEGLIO, A., ADREY, J., JARROUSSE, Y.: Techniques et stratégie dans le traitement de la scoliose paralytique grave. Revue Chir.Orthop. 69, 393, 1983

- RAMM, B., HOFMANN, G.: Biomathematik. 2.Aufl., Enke, Stuttgart, 181, 1982
- REFIOR, H.-J., STÜRZ, H.: Die operative Behandlung der Skoliose in der kombinierten Technik nach Harrington-Luque.
32. Tagung der Gesellschaft für Orthopädie der DDR -
4. Gemeinschaftssymposium DDR/CSSR, Erfurt, 1986
- RESINA, J., FERREIRA-ALVES, A.: A technique of correction and internal fixation for scoliosis. J.Bone Jt. Surg. 59-B, 159, 1977
- RISSER, J.C.: Important Practical Facts in the Treatment of Scoliosis. Amer.Acad.Orthop.Surg. 5, 248, 1948
- Scoliosis: past and present. J.Bone Jt.Surg. 46-A, 167, 1964
- ROBINS, P.R., MOE, J.H., WINTER, R.B.: Scoliosis in Marfan's Syndrom. J.Bone Jt.Surg. 57-A, 358, 1975
- ROGALA, E.J., DRUMMOND, D.S., GURR, J.: Scoliosis: Incidence and Natural History. J.Bone Jt.Surg. 60-A, 173, 1978
- SACHS, L.: Angewandte Statistik. 6.Aufl., Springer, Berlin, 1984
- SCHEIER, H.J.G.: Prognose und Behandlung der Skoliose. Thieme, Stuttgart, 1967
- SCHEIER, H.J.G., BEST, S.: Vergleichende Wertung der operativen Skoliosebehandlung nach Hibbs-Moe-Risser und der internen Fixation nach Harrington. Orthopäde 1, 241, 1973

- SCHMIDT, MATTHIESEN: Gynäkologie und Geburtshilfe. 6.Aufl., Schattauer, Stuttgart, 1985
- SCHULTZ, A.B., HIRSCH, C.: Mechanical Analysis of techniques for improved correction of idiopathic scoliosis. Clin. Orthop. 100, 66, 1974
- SCOTT, J.C., MORGAN, T.W.: Natural History and Prognosis of infantile idiopathic Scoliosis. J.Bone Jt.Surg. 37-B, 400, 1955
- SEGIL, C.M.: The incidence of idiopathic scoliosis in the Bantu and white population groups in Johannesburg. J.Bone Jt.Surg. 56-B, 393, 1974
- STAGNARA, P.: Prognose kindlicher und jugendlicher Skoliosen. Orthopäde 1, 241, 1973
- STEARNS, G., CHEN, J.Y.T., McKINLEY, J.B., PONSETI, I.V.: Metabolic studies of children with idiopathic scoliosis. J.Bone Jt.Surg. 37-A, 1028, 1955
- STÜRZ, H., MAYER, R., MATZEN, K.A.: Der Wert der Skelettscintigraphie zur Erkennung von Spannpseudarthrosen nach Skolioseoperationen. Orthop.Praxis 17, 125, 1981
- SULLIVAN, J.A., CONNER, S.B.: Comparison of Harrington Instrumentation and Segmental Spinal Instrumentation in the Management of Neuromuscular Spinal Deformity. Spine 7, 299, 1982

THOMPSON, G.H., WILBER, R.G., SHAFFER, J.W., SCOLES, P.V.,
NASH, C.L., Jr.: Segmental Spinal Instrumentation in
Idiopathic Scoliosis - A Preliminary Report. Spine 10,
623, 1985

TRONTELJ, J.V., PECAK, F., DIMITROJEVIC, M.R.: Segmental
Neurophysiological Mechanism in Scoliosis. J.Bone Jt.
Surg. 61-B, 310, 1979

VALENTIN, E.: Geschichte der Orthopädie. Thieme, Stuttgart,
1961

VAUZELLE, C., STAGNARA, P., JOUVINROUX, P.: Functional
Monitoring of Spinal Cord Activity During Spinal Surgery.
J.Bone Jt.Surg. 55-A, 441, 1973

WAUGH, T.R.: Intravital Measurements During instrumental
Correction of Idiopathic Scoliosis. Acta Orthop.Scand.
Suppl. 93, 1966

WENGER, D.R., CAROLLO, J.J., WILKERSON, J.A., Jr., WAUTERS, K.,
HERRING, J.A.: Laboratory Testing of Segmental Spinal
Instrumentation Versus Traditional Harrington Instrumentation
for Scoliosis Treatment. Spine 7, 265, 1982

WILKINS, K.E., GIBSON, D.A.: The Patterns of Spinal Deformity
in Duchenne Muscular Dystrophy. J.Bone Jt.Surg. 58-A, 24,
1976

WILLNER, S., JOHNNELL, O.: Study of biochemical and hormonal
data in idiopathic scoliosis in girls. Arch.Orthop.Traumatol.
Surg. 98, 251, 1981

WYNNE-DAVIES, R.: In: JAMES, J.I.P.: Scoliosis. 1976

YAMADA, K., YAMAMOTO, H., et al.: A neurological approach to the etiology and therapy of scoliosis. J.Bone Jt.Surg. 53-A, 197, 1971

ZIELKE, K., PELLIN, B.: Ergebnisse operativer Skoliosen- und Kyphoskoliosen-Behandlung beim Adoleszenten über 18 Jahre und beim Erwachsenen. Z.Orthop. 113, 157, 1975

ZIELKE, K., STUNKAT, R., BEAUJEAN, F.: Ventrale Derotations-Spondylodese - Vorläufiger Ergebnisbericht über 26 operierte Fälle. Arch.Orthop.Unfall-Chir. 85, 257, 1976

ZUK, T.: Ätiologie und Pathogenese der idiopathischen Skoliosen aus der Sicht elektromyographischer Untersuchungen. Beitr.Orthop.Traumatol. 12, 138, 1965

Lebenslauf

Herbert Christian Maurus

31.08.1960	geboren als Sohn des Schlossers Josef Maurus und seiner Ehefrau Margarete, geb. Czermak in Obergünzburg/Allgäu Staatsangehörigkeit: deutsch Konfession: röm.-katholisch
09/66 - 07/72	Volksschule Obergünzburg
09/72 - 07/76	Staatl. Realschule Marktoberdorf
09/76 - 08/79	Ausbildung und Angestelltenverhältnis als Bankkaufmann bei der Raiffeisenbank Ober- günzburg eG
09/79 - 06/81	Staatl. Berufsoberschule Memmingen, Erwerb der Allg. Hochschulreife
07/81 - 04/82	Grundwehrdienst
03/82	Immatrikulation an der Ludwig-Maximilians Universität München im Studienfach Human- medizin
08/86 und 09/86	Studienaufenthalt am Beverly Hills Medical Center, Los Angeles
05/88	Approbation als Arzt

HERSTELLUNG

profi GmbH

druck

Adalbertstr. 10 RG • 8000 München 40

Tel: (089) 39 07 27

